ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1936.

PRÉSIDENCE DE M. JEAN PERRIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau une brochure intitulée *Commémoration du Cinquantenaire des premières réalisations de transmission d'énergie par l'électricité. Travaux et expériences de* Marcel Deprez; *Travaux de* Lucien Gaulard.

M. **Alfred Lacroix** dépose sur le bureau deux volumes des publications du *Bureau d'Études géologiques et minières coloniales : Les Ressources minérales de la France d'Outre-Mer* (1935).

Ces volumes comprennent les conférences faites au Muséum d'histoire naturelle sous les auspices de ce bureau. Le Tome III est consacré au zinc, au plomb, à l'argent, au cuivre, à l'or, aux minerais radioactifs, aux micas, aux pierres précieuses et à diverses autres substances utilisables; le Tome IV, aux phosphates.

Parmi ces conférences, plusieurs ont été faites par des membres de l'Académie, par M. L. Cayeux sur : *Les phosphates de chaux sédimentaires. Manière d'être et mode de formation*, et par M. A. Lacroix : *Les gisements phosphatés de grottes et de filons remplis par* descensum *les gisements superficiels des îles des mers équatoriales et tropicales*, et, d'autre part, *Les pierres précieuses, semi-précieuses ou d'ornementation.*

MÉCANIQUE. — *Sur l'étude asymptotique des oscillations de relaxation.* Note (¹) de M. **Jules Haag.**

1. On sait que la détermination des oscillations auto-entretenues se ramène à la recherche des *cycles* de l'équation différentielle

$$x\,dx + (y - \lambda)\,dy = 0, \tag{1}$$

où λ désigne une fonction déterminée de x. Pour obtenir des *oscillations de relaxation*, on doit supposer qu'on multiplie la fonction λ par un facteur très grand, que l'on peut appeler $1/\varepsilon$, ε étant infiniment petit. Si l'on effectue la même opération sur y, l'équation (1) devient

$$\varepsilon^2 x\,dx + (y - \lambda)\,dy = 0. \tag{2}$$

Lorsque $\varepsilon = 0$, chaque courbe intégrale de cette équation comprend un certain nombre de segments parallèles à Ox et un certain nombre d'arcs de la courbe Γ représentative de la fonction λ.

Je me suis proposé de faire l'étude asymptotique de ces courbes, lorsque ε est non pas rigoureusement nul, mais seulement infiniment petit (²). De cette étude découlent la *détermination approchée des cycles* et le *calcul approché des périodes* correspondantes. Voici un bref résumé des résultats que j'ai obtenus dans cette voie.

2. Bornons-nous à la portion de trajectoire située sous Γ et à droite de Oy. Nous appellerons *arc de première espèce* un arc quasi horizontal et *arc de seconde espèce* un arc voisin de Γ.

Un arc de première espèce a pour équation approchée

$$y = y_0 + \varepsilon^2 \int_{x_0}^{x} \frac{x\,dx}{\lambda - y_0}. \tag{3}$$

Un arc de seconde espèce a pour équation approchée

$$y = \lambda - \frac{\varepsilon^2 x}{\mu}, \qquad \mu = \frac{d\lambda}{dx}. \tag{4}$$

(¹) Séance du 6 janvier 1936.

(²) Dans une précédente Note (5 novembre 1934), j'avais déjà essayé d'entreprendre cette étude, en partant des équations générales d'un cycle. Mais l'amplification des ordonnées était accompagnée d'une déformation infiniment petite de la courbe Γ. Cette déformation est sans répercussion sur les formules (3) et (4) ci-après; mais elle fausse complètement les raccordements.

La grosse difficulté du problème réside dans le *raccordement entre deux arcs d'espèces différentes.*

A la limite, ce raccordement se fait en un point $A(a, b)$ de Γ. Supposons d'abord que ce point soit l'extrémité de gauche d'un arc de première espèce.

Au voisinage de A et *à droite*, on a

$$\lambda = b + At^r, \qquad t = x - a > 0, \qquad A > 0.$$

Posons

$$r' = \frac{2}{2r - 1}, \qquad r'' = rr', \qquad t = \varepsilon^{r'} s, \qquad y - b = -\varepsilon^{r''} z.$$

L'équation (2) se réduit asymptotiquement, quand ε est infiniment petit, à *l'équation différentielle de raccordement*

$$(5) \qquad \frac{dz}{ds}(As^r + z) = -a.$$

Si $r > 1$, chaque courbe de raccordement admet une asymptote horizontale, sauf une courbe particulière, qui est asymptote à la courbe $z = -As^r$.

A gauche du point A, on a de même

$$\lambda = b - At^r, \qquad t = a - x = \varepsilon^{r'} s, \qquad y - b = -\varepsilon^{r''} z;$$

$$(6) \qquad \frac{dz}{ds}(z - As^r) = a.$$

Les courbes de raccordement sont toutes asymptotes à la courbe $z = As^r$ et ont entre elles, à l'infini, un contact d'ordre infini.

Si le point A est l'extrémité de droite d'un arc de première espèce, on a, *à gauche* de ce point,

$$\lambda = b + At^r, \qquad t = a - x = \varepsilon^{r'} s, \qquad y - b = -\varepsilon^{r''} z;$$

$$(7) \qquad \frac{dz}{ds}(z + As^r) = a.$$

Chaque courbe de raccordement admet une asymptote horizontale.

Si $r = 1$, les résultats sont analogues; mais, les branches à asymptote horizontale sont remplacées par des branches paraboliques.

3. Pour obtenir un *cycle*, on part du cycle limite, correspondant à $\varepsilon = 0$. Bornons-nous au cas où la courbe Γ admet l'origine pour centre de symétrie. Soient S et S' les sommets inférieur et supérieur du cycle limite. Si ε est infiniment petit, mais non nul, le sommet S subit une déviation vers le bas, dont la valeur asymptotique $k\varepsilon^\beta$ *dépend uniquement des constantes* A *et* r *relative au point le plus bas de* Γ. En particulier, l'expo-

sant β est égal au plus petit des deux nombres r''_D et r''_G correspondant aux exposants r_D et r_G pour la droite et la gauche de ce point. En général, $r_D = r_G = 2$, et l'on a $\beta = 4/3$.

Quant au coefficient k, il est déterminé par les équations différentielles de raccordement (5) et (7).

Le point S′ doit subir une déviation vers le haut asymptotiquement égale à $k\varepsilon^\beta$. Ceci permet de déterminer le *déplacement du point terminal*, c'est-à-dire du point de rencontre du cycle avec Γ. De ce déplacement résulte immédiatement la *valeur asymptotique de l'amplitude* de l'oscillation de relaxation.

4. La *période* diffère de la période limite par une quantité T, infiniment petite avec ε, et dont l'expression est assez compliquée dans le cas le plus général. Si l'on s'en tient au cas simple où la fonction λ possède un seul minimum, on a, avec les notations précédentes, $T = \varepsilon^\beta k/a$.

Des particularités beaucoup plus complexes peuvent se produire, si la fonction λ possède plusieurs minima et maxima, et surtout si la courbe Γ possède des points anguleux ou des tangentes doubles horizontales.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des terres alcalines anhydres sur les carbures forméniques monohalogénés.* Note [1] de MM. **Jean-Baptiste Senderens** et **J. Aboulenc.**

L'un de nous a montré [2] que ces carbures étaient dédoublés catalytiquement par les oxydes anhydres Al^2O^3, ThO^3, ZrO^2, selon l'équation

$$C^nH^{2n+1}X = XH + C^nH^{2n}.$$

On a un dégagement de fumées d'hydracide retenues par une solution alcaline et du gaz éthylénique que l'on recueille dans l'éprouvette à eau.

Avec les terres alcalines anhydres, CaO, BaO, les choses se passent autrement.

Berthelot et de Fleurieu [3], en chauffant vers 200° pendant plusieurs heures, en tubes scellés, les éthers d'oxacides avec la chaux et la baryte

---

(1) Séance du 6 janvier 1936.

(2) J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 612, 1213.

(3) *Ann. Chim. Physique*, 3e série, 67, 1863, p. 77.

anhydres, avaient obtenu un alcoolate et un sel

$$2\,CH^3CO^2C^2H^5 + 2\,BaO = (C^2H^5O)^2Ba + (CH^3CO^2)^2Ba.$$

Nef (¹) avait décomposé les chlorures de propyle, d'isobutyle, de butyle tertiaire, en faisant passer leurs vapeurs sur la chaux vive chauffée dans un tube à combustion à des température variant de 500 à 650°. Il obtenait des oléfines mêlées d'une certaine proportion d'autres gaz, notamment d'hydrogène, avec dépôt de charbon.

A ces températures élevées il devait y avoir une destruction par la seule action de la chaleur.

Nos expériences ont été faites à des températures bien moins élevées où nous nous sommes d'ailleurs préalablement assurés que la chaleur seule n'avait aucune action.

Chlorure de butyle n-$CH^3-CH^2-CH^2-CH^2Cl$: *Chaux anhydre*. — Cette chaux distribuée en trois nacelles est chauffée au four électrique dans un tube de pyrex, à l'entrée duquel le chlorure de butyle coule goutte à goutte en se vaporisant. L'autre extrémité du tube communique avec le système abducteur (réfrigérant, ballon, flacon laveur à solution alcaline, éprouvette reposant sur l'eau). Vers 275°, le gaz commence à se dégager dans l'éprouvette, et il devient abondant à 285°. C'est du butène provenant du dédoublement

$$C^4H^9Cl = C^4H^8 + HCl.$$

Quant à l'acide chlorhydrique on ne le trouve pas dans le flacon laveur et, du tube de pyrex ouvert, il ne se dégage ni fumées ni odeur de HCl. Il faut donc qu'il ait été retenu par la chaux sous forme de chlorure de calcium dont la proportion va en augmentant avec la durée de l'expérience. Comme ce chlorure de calcium est un excellent catalyseur dédoublant le chlorure de butyle vers 225° (²), son action finira par prévaloir. De là vient qu'après une certaine durée de l'expérience, si l'on diminue la température, le butène continue à se dégager et ne s'arrête qu'à 225°, limite de l'action de $CaCl^2$. En même temps il se dégage du HCl que l'on retrouve dans la solution alcaline du flacon laveur et qui s'échappe en épaisses fumées acides du tube de pyrex ouvert.

La *baryte anhydre* dédouble un peu moins facilement le chlorure de butyle. Ce n'est que vers 290° qu'on a un dégagement régulier de butène,

(¹) Nef, *Liebigs Ann.*, 318, 1901, p. 12 à 40.
(²) J.-B. Senderens, *loc. cit.*

sans HCl, lequel n'apparaît qu'après la formation d'une certaine quantité de $BaCl^2$.

Chlorure d'isotropyle : $CH^3CHCl\text{-}CH^3$-*chloro-2-propane.* — Nous avons d'abord constaté que ce chlorure secondaire n'était pas encore décomposé par la chaleur seule à 350°. Avec les terres alcalines il se dédouble nettement à 250° :

$$CH^3CHCl.CH^3 = CH^3-CH=CH^2+HCl.$$

Le propylène se dégage d'abord seul; l'acide chlorhydrique étant retenu par les terres alcalines et n'apparaissant que dans la suite de la réaction.

Chlorure de butyle tertiaire $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\rangle CCl\text{-}CH^3$. — Ce chlorure, d'après la constatation faite par l'un de nous [1], commence à 300° a être dédoublé en HCl et méthyl-2-propène par la seule action de la chaleur. Ce dédoublement se produit dès 210° par les terres alcalines :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\rangle CCl.CH^3 = HCl+\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\rangle CH=CH^2.$$

Comme toujours le carbure éthylénique commence seul à se dégager, et l'acide chlorhydrique ne se montre qu'après une certaine durée de l'expérience.

Bromures forméniques : a. Bromure de butyle n. $CH^3CH^2.CH^2.CH^2Br$. — Les terres alcalines commencent à le dédoubler vers 300° et donnent à 310° un dégagement régulier de butène sans HBr au début.

b. Bromure d'isopropyle $CH^3.CHBr-CH^3$ est dédoublé par ces mêmes terres à 265° :

$$CH^3.CHBr.CH^3 = CH^3-CH=CH^2+HBr.$$

Observation. — Dans toutes ces expériences il ne se produit pas de dépôt de charbon, contrairement à ce qui se passe dans les opérations de Nef où le charbon se dépose par suite de l'action destructive de la chaleur.

M. **Emmanuel Leclainche** fait hommage à l'Académie de son *Histoire de la Médecine vétérinaire.*

M. **Maurice d'Ocagne** fait hommage à l'Académie de la troisième série de ses *Hommes et choses de Science*, récemment parue. Elle comprend,

---

(1) J.-B. Senderens, *loc. cit.*

comme les deux précédentes, des portraits de savants choisis dans la période allant du XVIIe au XXe siècle, avec une esquisse de leur œuvre, ainsi que des vues d'ensemble sur divers sujets d'histoire des sciences (mouvement mathématique français contemporain; genèse de la mécanique céleste; naissance de la chimie moderne, etc.), et une étude sur le rôle des femmes dans le domaine de la science.

M. **J. A. L. Waddell** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *Weights of Metal in Steel Trusses*.

NOMINATIONS.

MM. **Alfred Lacroix**, **Emmanuel Leclainche**, **Jean-Louis Faure**, **Antonin Gosset** sont désignés pour représenter l'Académie à la séance solennelle d'inauguration de l'*Académie de Chirurgie*, le 4 février 1936, à la Sorbonne.

Le **Bureau de l'Académie**, MM. **Robert Bourgeois** et **Georges Perrier** sont désignés pour représenter l'Académie dans le *Comité du Bicentenaire* de l'arrivée en Équateur de La Condamine, Bouguer et Godin.

PLIS CACHETÉS.

Les héritiers du Dr Théodore Herzl demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 31 décembre 1894 et enregistré sous le n° 5071.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un manuscrit intitulé *Das Ghetto*, *Schauspiel in vier Acten*, von Albert Schnabel, *d. i.* Theodor Herzl.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les parentés chimiques des êtres vivants, par Paule Lelu. (Présenté par M. Maurice Caullery.)

L'**Université Harvard** invite l'Académie à se faire représenter par un de ses Membres à la célébration du *Troisième Centenaire* de sa fondation à Cambridge (Massachusetts), les 16, 17, 18 septembre 1936.

L'**Université royale d'Utrecht** invite l'Académie à se faire représenter à la Commémoration solennelle du *Troisième Centenaire de sa fondation*, les 22, 23 et 24 juin 1936.

M. **Émile Brylinski** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au siège vacant dans la Division des Applications de la Science à l'Industrie par le décès de M. *Jean Rey*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés caractéristiques des indicatrices de croissance*. Note [1] de M. **Vladimir Bernstein**.

On sait que, $\Phi(Z)$ étant une fonction entière d'ordre ρ (fini, non nul) et de type moyen, ses indicatrices de croissance *complète* et *tronquée*

$$h_\Phi(\psi)=\overline{\lim_{r=\infty}}\,\frac{\log|\Phi(re^{i\psi})|}{r^\rho},\qquad h_\Phi^+(\psi)=\overline{\lim_{r=\infty}}\,\frac{\overset{+}{\log}|\Phi(re^{i\psi})|}{r^\rho}$$

sont des fonctions *périodiques de période* 2π, et *sous-trigonométriques d'ordre* ρ (cette dernière locution exprime, suivant M. Valiron, qu'elles ne peuvent pas être supérieures à une fonction de la forme $A\cos\rho\psi+B\sin\rho\psi$

(1) Séance du 30 décembre 1935.

en un point intérieur à un intervalle de longueur $< \pi/\rho$ sans l'être aussi en l'un au moins des points extrêmes de l'intervalle). Ces deux propriétés sont-elles *caractéristiques* pour les indicatrices de croissance ? En d'autres termes, étant donné une fonction quelconque $\chi(\psi)$ satisfaisant à ces deux conditions existe-t-il une fonction entière $\Phi(Z)$ d'ordre ρ et de type moyen qui admette cette fonction $\chi(\psi)$ comme indicatrice de croissance complète ou [si $\chi(\psi)$ est supposée en plus non négative] comme indicatrice tronquée? M. Pólya a résolu cette question en 1929 pour le cas $\rho = 1$, et il a obtenu une réponse positive (1). M. Valiron a considéré en 1932 le cas de ρ quelconque et a obtenu une réponse positive pour les indicatrices tronquées (2), la question restant ouverte pour le cas où, ρ étant quelconque $\neq 1$, on n'impose pas *a priori* à $\chi(\psi)$ la condition d'être non négative. Le but de cette Note est celui d'indiquer un procédé de démonstration, qui permet d'établir que la réponse à la question ci-dessus est encore positive dans le cas le plus général. La démonstration détaillée est exposée ailleurs (3).

La méthode qui m'a conduit au résultat annoncé est basée sur l'application de la transformation de Laplace. Pour la rendre possible, je commence par remplacer les fonctions entières $\Phi(Z)$ d'ordre ρ et de type moyen par les fonctions (que nous appellerons de classe A_ρ) $f(z) = \Phi(z^{1/\rho})$, définies sur la surface de Riemann de $z^{1/\rho}$, et qui sur cette surface sont de type moyen de l'ordre 1 et sont en plus invariantes par rapport à la transformation $z' = ze^{2\pi i\rho}$. Les indicatrices complètes de croissance de $f(z)$ et de $\Phi(Z)$ étant liées par la relation $h_f(\rho\psi) = h_\Phi(\psi)$, tout revient ainsi à démontrer qu'à chaque fonction $h(\theta)$, sous-trigonométrique d'ordre 1, et périodique de période $2\pi\rho$ (et non nécessairement toujours positive), on peut faire correspondre une fonction de la classe A_ρ qui admette $h(\theta)$ pour indicatrice complète de croissance.

Cela posé, en généralisant de façon convenable les résultats de M. Pólya sur la transformation de Laplace (4), on démontre qu'à chaque $h(\theta)$ du type indiqué, on peut faire correspondre un domaine K, à plusieurs feuillets, qui est généré par le demi-plan mobile $\xi \cos\theta - \eta \sin\theta \geqq h(\theta)$ lorsque θ

(1) *Math. Zeitschr.*, **29**, 1929, p. 595.

(2) *Bull. Soc. math. de France*, **60**, 1932, p. 286.

(3) *Mem. R. Acc. d'Italia* (sous presse).

(4) *Loc. cit.*, p. 585; il convient de prendre pour point de départ l'exposé de ces résultats que j'ai donné dans mon livre sur *Les séries de Dirichlet* (Paris, 1933, p. 294-308).

varie, qui a à l'infini un point critique logarithmique si ρ est irrationnel, et un point critique algébrique d'ordre p si $\rho = p/q$, qui est limité par une courbe de Jordan, dont chaque arc assez petit est convexe [1], et par chaque point de laquelle passe au moins une droite $\xi \cos\theta - \eta \sin\theta = h(\theta)$ tracée sur un même feuillet de K, chacune de ces droites contenant par ailleurs au moins un point extrême du contour de K. De plus, $f(z)$ étant une fonction de la classe A_ρ dont l'indicatrice complète est $h(\theta)$, sa tranformée de Laplace $F(x)$ $(x = \xi + i\eta)$, définie sur la demi-droite $\arg x = 0$, $|x| > h^+(0)$ par l'intégrale habituelle, peut être prolongée analytiquement suivant chaque chemin intérieur à K, ce prolongement donnant lieu à une branche de fonction $F(x)$, régulière à l'intérieur de K, ayant un point singulier en chaque point extrême du contour, et satisfaisant en plus dans K aux deux conditions $F(x) = ax^{-1}[1 + O(x^{-1/\rho})]$ pour $x \to \infty$, et $F(xe^{2\pi i\rho}) = e^{-2\pi i\rho} F(x)$. D'autre part chaque fonction $F(x)$ qui possède ces propriétés sur un domaine du type K, peut être considérée comme transformée de Laplace d'une fonction $f(x)$ de la classe A_ρ, ayant pour indicatrice complète la fonction $h(\theta)$ à laquelle correspond le domaine K.

Le résultat annoncé au début sera donc établi si l'on démontre que, sur chaque domaine du type K, on peut définir des fonctions $F(x)$ qui possèdent les propriétés sus-mentionnées. Pour le démontrer, on peut représenter conformément K sur le domaine canonique E, qui est la partie $|t| < 1$ de la surface de Riemann de $\log t$ si ρ est irrationnel, et de $\sqrt[q]{t}$ si $\rho = p/q$, le point ∞ de K correspondant à l'origine de E. Le domaine K étant invariant par rapport à la transformation $x' = xe^{2\pi i\rho}$, on peut s'arranger de façon qu'à deux points homologues dans cette transformation correspondent sur E deux points exactement superposés de deux feuillets successifs. Si alors $H(t)$ est une fonction de t, holomorphe pour $|t| < 1$, admettant la circonférence $|t| = 1$ pour coupure de type convenable, et non nulle à l'origine, la fonction $F(x)$ qui correspond sur K à la fonction $H^\star(t) = t^\rho H(t)$ possède toutes les propriétés requises et l'on obtient ainsi le résultat annoncé au début de cette Note.

---

[1] Une convention spéciale doit être faite en ce qui concerne les points anguleux éventuels d'ouverture supérieure à π.

AÉRODYNAMIQUE. — *Contribution à la théorie des biplans rigides d'envergure infinie*. Note [1] de MM. **Albert Toussaint** et **Miroslav Nénadovitch**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons signalé [2] une méthode pour le calcul des caractéristiques aérodynamiques d'un biplan d'envergure infinie. En vue des applications pratiques nous avons donné aux formules établies antérieurement une forme quelque peu simplifiée et la comparaison avec les résultats expérimentaux détermine les limites d'application.

Ainsi la sustentation de chacune des ailes [aile inférieure et supérieure (*fig.* 1)], dans le cas de l'interinclinaison nulle, est donnée par

$$C_{y_1} = \frac{2\pi(1+\eta e)}{1+\frac{(1+2\eta e)B_1B_2}{64D_1D_2}}\left\{\left[1-\frac{1+\eta e}{8D_1}\left(B_1+\frac{A_1}{D_1}-\frac{1+\eta e}{8}\frac{A_2B_1}{D_2^2}\right)\right]\alpha + \frac{\eta e}{16}C_1\left(\frac{1}{D_1}-\frac{1+\eta e}{8}\frac{B_2}{D_2^2}\right)\right\},$$

$$C_{y_2} = \frac{2\pi(1+\eta e)}{1+\frac{(1+2\eta e)B_1B_2}{64D_1D_2}}\left\{\left[1+\frac{1+\eta e}{8D_2}\left(B_2-\frac{A_2}{D_2}-\frac{1+\eta e}{8}\frac{A_1B_2}{D_1^2}\right)\right]\alpha + \frac{\eta e}{16}C_2\left(\frac{1}{D_2}+\frac{1+\eta e}{8}\frac{B_1}{D_1^2}\right)\right\}$$

avec

$$A_1 = \frac{b^2}{l^2}\cos 2\delta' - \frac{1}{2}\frac{b}{l}\sin\delta' - \frac{1}{16}, \qquad A_2 = \frac{b^2}{l^2}\cos 2\delta' + \frac{1}{2}\frac{b}{l}\sin\delta' - \frac{1}{16},$$

$$B_1 = 4\left(\frac{b}{l}\sin\delta' + \frac{1}{4}\right), \qquad B_2 = 4\left(\frac{b}{l}\sin\delta' - \frac{1}{4}\right),$$

$$C_1 = \frac{b}{l}\cos\delta'\frac{B_1}{D_1}, \qquad C_2 = \frac{b}{l}\cos\delta'\frac{B_2}{D_2},$$

$$\frac{h}{l} = \left(\frac{b^2}{l^2} - \frac{1}{16}\right)\frac{l}{b}\cos\delta', \qquad \operatorname{tang}\delta = \frac{16\left(\frac{b}{l}\right)^2+1}{16\left(\frac{b}{l}\right)^2-1}\operatorname{tang}\delta'.$$

L'expérience montre que la théorie peut être appliquée avec une approximation suffisante à partir d'un entreplan d'ordre $h/1 = 1/2$.

A titre d'exemple, nous avons représenté la variation de l'angle de por-

---

(1) Séance du 9 décembre 1935.

(2) A. Toussaint, *Comptes rendus*, 199, 1934, p. 700.

tance nulle (*fig.* 1) et la variation de la pente $dC_y/d\alpha$ (*fig.* 2) pour chacune des ailes (traits pleins, aile inférieure; traits interrompus, aile

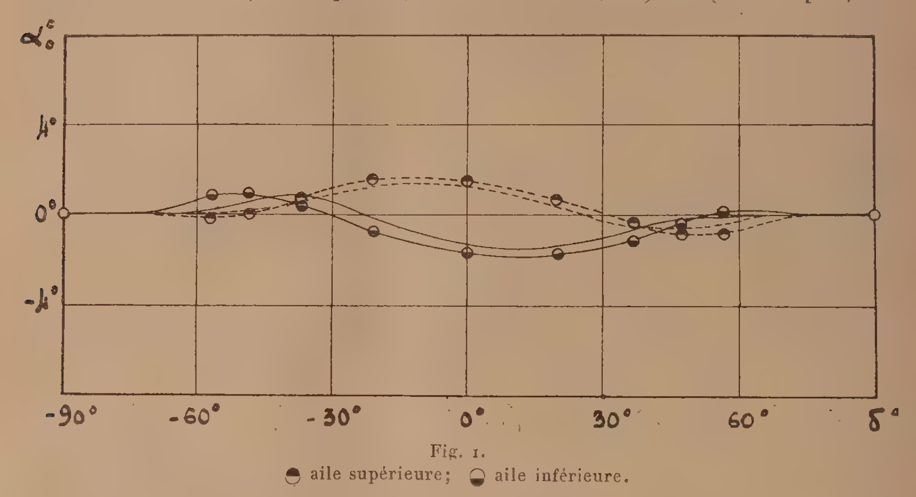


Fig. 1.
◓ aile supérieure; ◒ aile inférieure.

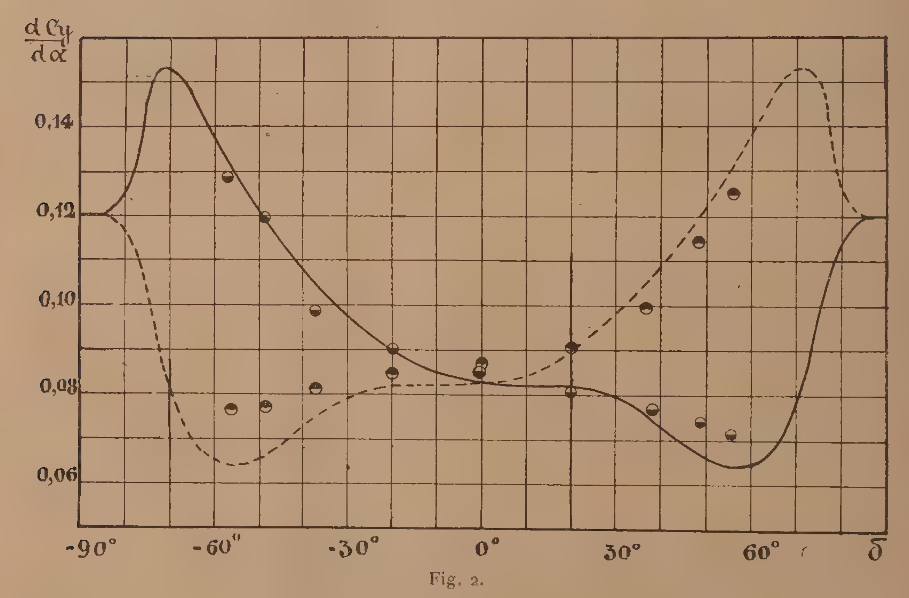


Fig. 2.

supérieure) dans le cas d'une cellule biplane caractérisée par $h/1 = 2/3$, $\varepsilon = 0°$ et pour diverses valeurs du décalage angulaire δ.

On constate une concordance tout à fait satisfaisante entre la théorie et l'expérience.

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Ailes d'avion : pressions dans l'axe du noyau des tourbillons marginaux.* Note (1) de M. **Jacques Valensi**, présentée par M. Henri Villat.

Grâce à la netteté avec laquelle se présentaient dans nos expériences précédentes (2) les tourbillons marginaux, nous avons entrepris une série de déterminations expérimentales afin de caractériser ces tourbillons.

Nous rendons compte ici de mesures de pressions dans l'axe du noyau. Ces mesures ont été effectuées à l'aide de deux sondes cylindriques capillaires a et b. La sonde a comporte des orifices percés sur la paroi cylindrique et est bouchée à son extrémité; la sonde b comporte un seul orifice à son extrémité. Il est permis de penser qu'en plaçant ces sondes le long de l'axe du noyau, on mesure avec la sonde a le terme p, et avec la sonde b, le terme $p + 1/2\rho v^2$ des équations d'Euler concernant le mouvement rotationnel permanent d'un fluide parfait et incompressible.

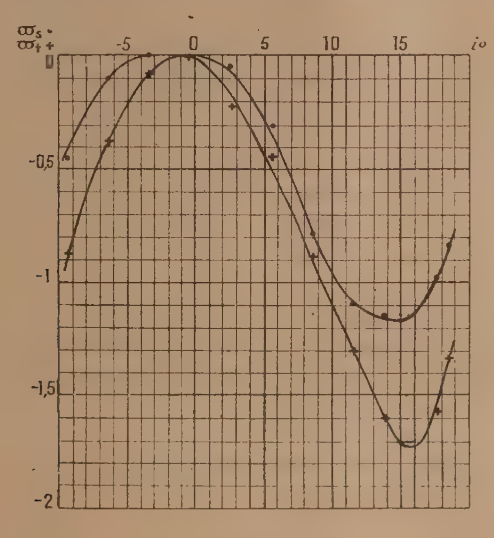


Fig. 1.

La figure 1 représente les variations des indications des sondes en fonction de l'inci-

(1) Séance du 6 janvier 1936.

(2) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 940.

dence de l'aile, à une distance du bout de l'aile x égale à $1,41\,l$ (l = corde de l'aile au voisinage du bout).

En abscisses sont portées les incidences, en ordonnées les quantités suivantes :

$$\varpi_s = \frac{p_a - p}{\frac{1}{2}\rho V^2}, \qquad \varpi_t = \frac{P_b - P}{\frac{1}{2}\rho V^2},$$

où $p_a - p$ représente la dépression relative indiquée par la sonde a, la pression de référence étant celle mesurée par la prise statique d'un Pitot double $\mathfrak{P}$ placé dans le plan vertical π contenant la sonde a, mais en dehors de la zone influencée par l'aile, et où $P_b - P$ représente la dépression relative indiquée par la sonde b, la pression de référence étant celle mesurée par la prise dynamique du même Pitot $\mathfrak{P}$. Enfin $1/2\,\rho V^2$ est la dépression génératrice de la vitesse mesurée dans le plan π.

Disons brièvement, au point de vue qualitatif, que partant de l'incidence de portance maximum (qui correspond au maximum des dépressions relatives) et allant vers l'incidence de portance nulle, on constate simultanément la diminution des dépressions relatives indiquées par les sondes a et b, et la diminution du diamètre du noyau tourbillonnaire.

L'annulation des dépressions relatives correspond à la disparition totale du noyau tourbillonnaire et par suite de l'enroulement.

Aux incidences négatives croissantes, on constate simultanément que les sondes a et b indiquent des dépressions relatives croissantes, et qu'il apparaît un noyau tourbillonnaire de diamètre croissant analogue au noyau tourbillonnaire des incidences positives. Le détachement de ce noyau a lieu encore de l'extrémité de l'aile, mais sur l'intrados; l'enroulement corrélatif, et le sens de rotation dans le noyau ont lieu dans le sens opposé.

Quantitativement il convient de souligner que la sonde b indique un maximum de dépression relative égal à environ deux fois la dépression génératrice de la vitesse dans la veine. Par ailleurs les mesures à la balance aérodynamique ayant accusé un C_z max. de l'ordre de 1,15, on doit s'attendre à trouver des dépressions relatives plus grandes pour une aile plus porteuse.

L'hydrodynamique des fluides parfaits nous permet de calculer approximativement la circulation autour du tourbillon marginal (que nous assimilons à un tourbillon cylindrique indéfini).

On a

$$\Gamma = \frac{\pi}{\sqrt{2}}\, d_1 V \sqrt{\frac{-\varpi_s}{\frac{1}{2}\rho V^2}},$$

où d_1 est le diamètre du noyau, en supposant une répartition uniforme du vecteur rotation dans une section transversale.

Le tableau ci-après donne Γ dans le système M. K. S. pour $x = 1,41\,l$. La vitesse

du vent dans la zone non troublée est $V = 10,50$ m/s, et la corde de l'aile au voisinage du bout : $l = 110^{mm}$.

Nous donnons également les valeurs de d_1 en m, valeurs mesurées au comparateur sur photographies.

i...........	5°,6.	8°,6.	11°,6.	13°,9.	17°,6.	18°,6.
d_1.........	0,0058	0,0064	0,0072	0,0078	0,0089	0,0090
Γ..........	0,0074	0,0132	0,0175	0,0191	0,0205	0,0191

Comme complément à ces résultats la figure 2 donne la variation de ϖ_s

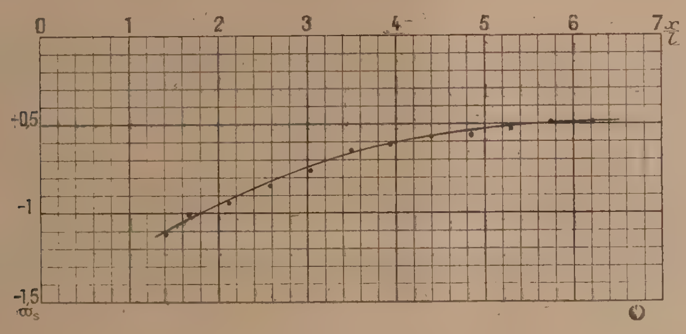


Fig. 2.

en fonction de la distance x à l'aile pour $i = 13°,9$. La pression de référence est à chaque abscisse x, celle mesurée par la prise statique du pitot placé dans le plan vertical d'abscisse x hors de la zone influencée par l'aile.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode pour la mesure des diamètres apparents des étoiles*. Note de M. **Albert Arnulf**, présentée par M. Charles Fabry.

Lorsqu'on observe l'ombre portée par un écran opaque sur une surface éclairée par une source ponctuelle, on constate, dans la partie éclairée voisine de l'ombre, la présence de franges de diffraction dont les propriétés sont bien connues. Or le même phénomène doit se produire sur la surface de la terre, à une échelle incomparablement plus grande, lors de l'occultation d'une étoile par le bord lunaire. A ce moment l'ombre du bord lunaire obscur se déplace sur la terre avec une très grande vitesse

(1 km/sec, environ) et l'occultation a lieu au moment où cette ombre atteint l'observateur.

Dans le cas envisagé, ces franges de diffraction possèdent des propriétés très intéressantes. Si l'étoile est sans diamètre apparent, la distance angulaire dont elle doit se déplacer pour faire substituer l'une à l'autre la première frange claire et la première frange sombre n'est que de 0",003. Si l'étoile possède un diamètre apparent sensible du même ordre de grandeur, la répartition des intensités dans le système de franges sera déjà profondément altérée.

L'étude de ce phénomène conduit à une méthode très sensible de mesure des diamètres stellaires. Les méthodes destinées à mettre en évidence ce phénomène consistent à analyser les variations d'éclat de l'étoile au moment de son occultation par le bord obscur de la lune. Deux procédés peuvent être employés :

1° l'enregistrement photographique, en formant l'image de l'étoile sur une plaque sensible animée d'une translation uniforme, en analysant ensuite la traînée obtenue au moyen d'un microphotomètre et en déduisant de cette analyse la courbe des variations d'intensité par les méthodes de la photométrie photographique;

2° l'enregistrement au moyen d'une cellule photoélectrique, couplée à un amplificateur et à un oscillographe.

Nous nous sommes donc borné à la méthode photographique, l'enregistrement électrique étant beaucoup trop coûteux et ne présentant pas une fidélité suffisante à l'époque du début de nos recherches. L'image de l'étoile, obtenue au foyer du télescope de 1^m, ouvert à $f/3$ de l'Observatoire de Meudon, était projetée directement sur une plaque photographique animée d'un mouvement en spirale, dont la vitesse variait entre 30 et 60^{mm} par seconde.

Nous avons effectué plusieurs essais en 1931, 1932 et 1933 [1]. Au total deux traînées seulement ont pu être enregistrées, dont l'une, relative à l'occultation de Regulus du 6 avril 1933, a montré nettement les deux premières franges claires. De l'aspect de la courbe de lumière, on peut conclure immédiatement que le diamètre apparent de Régulus est certainement inférieur à 0",003; d'autre part, on constate que la décroissance de l'intensité à partir du premier maximum jusqu'à l'ombre géométrique est

---

[1] Voir les *Rapports annuels sur l'activité de l'Observatoire de Paris* (Section astrophysique de Meudon, années 1932, 1933 et 1934).

plus lente que la décroissance théorique, cela semble indiquer la présence d'un diamètre apparent sensible. La mesure de l'intensité à l'endroit où devrait se former l'ombre géométrique, et sa comparaison avec l'intensité théorique nous fournit une valeur du diamètre apparent, très voisine de 0″,0018 (comprise entre 0″,0015 et 0″,0020).

On remarquera, pour l'application de cette méthode, que l'on ne connaît pas l'inclinaison de la paroi lunaire occultante; en conséquence la durée du phénomène peut être extrêmement variable; on est amené en conséquence à ne jamais raisonner sur des positions de franges, mais uniquement sur des intensités, pratiquement on travaillera sur la partie qui joint l'ombre au maximum le plus voisin.

Il pourrait arriver également que la paroi lunaire soit assez déchiquetée pour que le phénomène de diffraction soit altéré d'une façon sensible. La valeur du diamètre apparent trouvée sera toujours une limite supérieure.

Cette méthode a l'inconvénient grave de ne pouvoir s'adresser qu'aux étoiles peu nombreuses susceptibles d'être occultées. Elle a deux avantages très marqués sur la méthode interférentielle, en ce qu'elle permet la mesure de diamètres beaucoup plus petits d'une part, et d'autre part en ce qu'elle n'est sensiblement pas affectée par les hétérogénéités de l'atmosphère, du moins si l'on utilise un instrument de diamètre suffisant.

ACOUSTIQUE. — *Sur l'existence d'une diffusion des ondes ultrasonores dans les liquides*. Note [1] de M. **Pierre Biquard**, présentée par M. Paul Langevin.

L'étude de l'absorption des ondes ultrasonores par les liquides a montré [2] que la théorie classique de Stokes et Kirchhoff ne peut pas rendre compte des phénomènes observés pour des ultrasons dont les fréquences sont comprises entre 4 et 10 millions par seconde. Les coefficients d'absorption observés sont, pour divers liquides organiques, de 3 à 100 fois plus élevés que ceux que l'on peut calculer en tenant compte des effets de viscosité et de conductibilité calorifique.

R. Lucas [3] a suggéré récemment que cette absorption considérable

---

(1) Séance du 6 janvier 1936.

(2) P. Biquard, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1935.

(3) R. Lucas, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1171.

pourrait être provoquée par une diffusion du son, le liquide se comportant comme un milieu trouble et diffusant de l'énergie sonore par un mécanisme analogue à celui de la diffusion de la lumière.

L'expérience décrite ci-dessous nous a permis de constater l'existence de cette diffusion du son.

Les ultrasons sont produits par un quartz Q (*fig.* 1) excité sur un de ses modes de vibration propres par un générateur de haute fréquence. Le liquide utilisé, le toluène, est placé dans une cuve représentée sur la figure

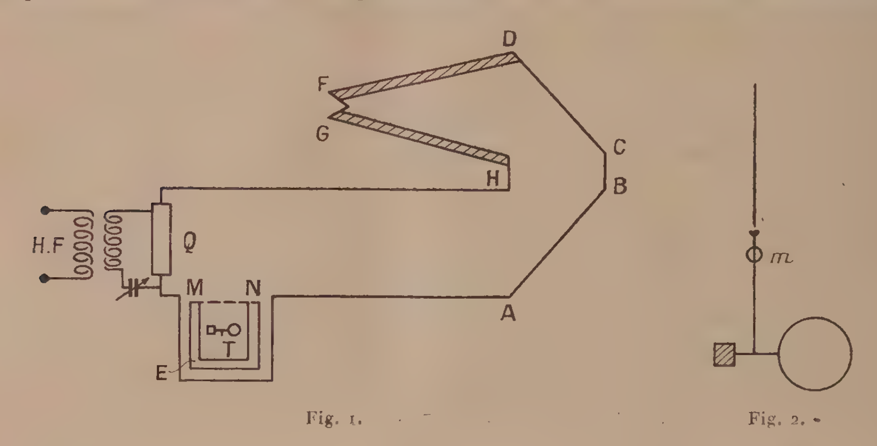


Fig. 1. Fig. 2.

et qui est disposée de façon que l'onde ultrasonore, après réflexions sur les faces AB et CD soit complètement absorbée par des réflexions successives sur des plaques de liège DF et GH. D'ailleurs, à la fréquence utilisée $N = 7,96 . 10^6 \sec^{-1}$ (longueur d'onde dans le toluène : $0^{mm},17$), l'énergie ultrasonore qui pourrait revenir vers l'émetteur après des réflexions multiples serait au maximum de l'ordre de 1/60000 de l'énergie émise, du seul fait de l'absorption par le liquide.

Pour manifester l'existence d'ultrasons diffusés nous avons disposé en T, latéralement au faisceau ultrasonore, un pendule de torsion destiné à mesurer la pression de radiation de ce rayonnement. Ce pendule est constitué par une palette circulaire de 3^{cm} de diamètre (*fig.* 2). Le fil de torsion est en bronze phosphoreux de $0^{mm},04$ de diamètre et de 33^{cm} de longueur.

Il est protégé contre une émission possible des parois de la cuve grâce à une enceinte à double paroi E. Il est également protégé des tourbillons provoqués dans le liquide par les ultrasons au moyen d'une paroi mince et rigide MN. Toutes précautions sont prises enfin pour éviter entre le pendule T et la cuve métallique des effets d'attraction d'origine électrique.

Dans ces conditions on observe que, lorsqu'on excite le quartz, le pendule dévie sous l'action d'une pression de radiation correspondant à un rayonnement provenant de la portion du liquide soumise aux ultrasons.

A titre d'indication signalons que pour ramener le pendule à sa position d'équilibre il a fallu une torsion du fil de 5°, tandis qu'en plaçant le pendule dans le faisceau principal il a fallu une rotation d'environ 3600°

Cette expérience semble donc confirmer l'existence d'une diffusion des ondes ultrasonores par les liquides.

Des recherches plus précises sont en cours.

CHALEUR. — *La théorie des tourbillons cellulaires de Bénard.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Lord Rayleigh a donné en 1916 une théorie des tourbillons cellulaires d'origine thermique, où M. Bénard a trouvé une *confirmation remarquable* de ses expériences anciennes sur le spermaceti fondu, en ce qui concernait les *dimensions* de ces tourbillons, alors que le *désaccord* était *immense*, quant à leur *limite de stabilité*. Nous n'examinerons ici que le problème de la stabilité des tourbillons, c'est-à-dire de l'instabilité de la transmission de la chaleur par conduction.

Le calcul de Lord Rayleigh a été fait en considérant que, dans le liquide chauffé par le bas dans une cuve plate, il apparaît, causée par une variation θ de la température, une perturbation de vitesse (u, v, w). On écrit les équations générales de l'hydrodynamique, en introduisant les différences de densité corrélatives des différences de température, et négligeant les produits de deux termes petits. La perturbation dépend des coordonnées et du temps par le facteur général $e^{i(lx+my+sz)+nt}$, et l'on pose qu'il y a stabilité ou instabilité de la transmission par conduction pure, suivant que la partie réelle de n est négative ou positive. En précisant les conditions aux limites, on forme le critère de stabilité $g\alpha h^4\beta : K\nu < \Delta$, donnant le gradient vertical de température pour lequel une convection commence à apparaître; g est l'accélération due à la pesanteur, α le coefficient de dilatation, K la diffusibilité thermique, ν la viscosité cinématique, et h l'épaisseur du fluide; Δ est un pur nombre.

Une question très délicate se pose ici. A-t-on le droit d'employer le principe d'Archimède et d'écrire, comme le fait Lord Rayleigh, les équations de la convection? Considérons en effet (l'expérience, au surplus, paraît bien

irréalisable) un liquide I dense, dont une couche I_1 est à la partie supérieure d'un récipient. Supposons, au-dessous de I_1, une couche de liquide II moins dense et, au-dessous de II, une nouvelle couche I_2 du premier liquide remplissant tout le fond du récipient. Supposons provisoirement horizontales les surfaces de séparation. Comme il n'y a *aucune relation directe* entre les deux portions I_1 et I_2 du liquide I, la pression, juste au-dessous de II, est donnée uniquement par la pression juste au-dessus de II, et la pression résultant de la présence de II, c'est-à-dire que *la couche plus légère* II *n'est soumise à aucune force de pesanteur*. Supposons maintenant que s'amorce une *variation dans l'épaisseur* de cette couche II. Cette variation va s'accentuer, et la disposition envisagée est bien effectivement *instable*. Mais si l'on s'arrange pour que seules puissent apparaître des *ondulations maintenant constante l'épaisseur de la couche* II, les différences de densité ne font apparaître aucune force gravifique, et l'*équilibre est indifférent*. Or, *c'est le cas de la perturbation stratifiée* de Rayleigh. On pourrait objecter que toute perturbation, et en particulier une perturbation contenue dans un volume effectivement plongé dans le liquide de densité différente, peut se représenter par une somme de perturbations de Rayleigh; mais on répliquera que l'on applique séparément les équations à chacune de ces perturbations en particulier et que, par suite, on n'a pas le droit de faire le calcul si la poussée d'Archimède n'existe pas pour chaque couche.

Pour faire un calcul *correct*, il faut considérer un volume fluide dont la température a subi une perturbation θ et qui, par suite, subit, à l'altitude z, une accélération proportionnelle à $(\theta + \beta z)$ en négligeant les termes constants. La conductibilité refroidit ce volume fluide, en même temps que la viscosité amortit son mouvement, de sorte que la perturbation peut fort bien ne pas s'amplifier. On obtient *sans calcul* la valeur maximum du coefficient de proportionnalité de $(\theta + \beta z)$ à $d\theta : dt$, caractérisant le refroidissement de la particule, en remarquant qu'il s'agit de l'évanouissement d'une inégalité de température au sein du milieu *unique* constitué par le fluide. Le coefficient de convection dans l'air étant relativement très petit, cet évanouissement est réglé par des constantes de temps dont la fondamentale, et par suite la plus longue, vaut $4h^2 : \pi^2 K$. C'est, changé de signe, le coefficient cherché. De même, le coefficient de proportionnalité de la vitesse w (égale à $dz : dt$), à la dérivée $\partial w/\partial t$, de laquelle se retranche $g\alpha(\theta + \beta z)$ aux termes constants près, coefficient qui règle le ralentissement, sera pris égal à $-4h^2 : \pi^2 \nu$, une des faces du fluide

étant en contact avec le fond de la cuve, l'autre étant à l'air libre. h étant la plus petite dimension du fluide, de beaucoup, il suffit de considérer température et mouvement suivant la coordonnée verticale z. En éliminant z, on a une équation différentielle linéaire reliant θ au temps t.

On trouve ainsi, très simplement, que les perturbations ne peuvent s'entretenir si $g\alpha h^4\beta : K\nu$ est inférieur à $\pi^4 : 16$. C'est un critère de même forme que celui de Rayleigh, mais Δ vaut à peu près 6, au lieu de 657 (Rayleigh), ou de 1709 (Jeffreys).

En recalculant les anciennes mesures de M. Bénard, on trouve, dans l'expérience effectuée avec une épaisseur de spermaceti égale à 1^{mm}, qui semble la meilleure au point de vue thermique, une valeur de Δ dont on n'a que l'ordres de grandeur, mais qui se situe entre 5 et 10. *Le désaccord entre la théorie et l'expérience a donc disparu.*

ÉLECTROCHIMIE. — *Effet Volta des solutions électrolytiques contre l'eau et caractères d'acidité et de basicité.* Note de M[lle] **Suzanne Veil**, présentée par M. Georges Urbain.

Des observations antérieures ([1]) ont mis en évidence l'aspect électrique éventuel des hétérogénéités d'un gel conducteur tel que la gélatine purifiée du commerce. Le système, constitué par le gel et par des fils de platine incorporés en deux de ses points, est susceptible de réaliser une pile, dans la mesure où les deux points ne sont pas identiques.

Avec ce mode opératoire, on constate tout d'abord que sur une couche de gélatine homogène, l'eau pure apposée (eau distillée des laboratoires) n'est pas pratiquement décelable à l'électromètre. Par suite le saut de potentiel interfacial eau-gélatine apparaît comme négligeable en première approximation; ce qui autorise l'observateur, en vue d'une extension des possibilités expérimentales, à assimiler, dans une chaîne donnée, la gélatine suffisamment proche de son point isoélectrique et l'eau pure.

Les souillures électrolytiques de la gélatine sont contrôlables à l'électromètre. Notamment, dans les confrontations d'électrolytes sur gélatine par essais à deux gouttes précédemment décrits, la force électromotrice de la chaîne Pt-1[re] goutte-gélatine-2[e] goutte-Pt est fonction des solutions en présence. Les systèmes de ce genre, dont l'une des deux gouttes consiste

([1]) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1318.

en eau pure, ne sont plus conditionnés à l'électromètre que par la seule solution antagoniste. L'analogie des effets de contact de l'eau et de la gélatine conduit alors à envisager la chaîne fictive Pt-eau-solution-Pt, dont la force électromotrice peut être désignée sous le nom de potentiel électrométrique de la solution.

Le potentiel électrométrique ainsi défini, abstraction faite de tout gel, fait intervenir le saut de potentiel de l'interface idéal eau-solution, c'est-à-dire l'effet Volta de la solution considérée contre l'eau. Une valeur approchée du potentiel électrométrique est fournie par la confrontation, sur gélatine, de la solution et de l'eau par essai à deux gouttes, autant que la solution ne réagit pas appréciablement sur le gel, et que les mesures sont assez rapides pour devancer toute diffusion. Par assimilation de l'eau et de la gélatine, on parvient encore au potentiel électrométrique par suppression, dans le même essai, de l'eau apposée, et incorporation directe du fil correspondant dans le gel.

De grandeur très variable avec la nature de l'individu chimique dissous et sa concentration, le potentiel électrométrique peut atteindre des valeurs absolues notables, comme par exemple pour les solutions saturées de nitrate ferrique et de sulfure de sodium, qui conduisent respectivement à des chiffres supérieurs au demi-volt et de signe contraire. Les valeurs absolues restant hors de considération, une corrélation s'accuse, d'autre part, entre le pH de la solution et le signe de son potentiel électrométrique, c'est-à-dire la polarité de la chaîne Pt-eau-solution-Pt; le potentiel électrométrique étant, par convention, regardé comme positif lorsque cette chaîne a son pôle positif du côté de la solution, et comme négatif lorsqu'elle a son pôle positif du côté de l'eau pure.

Le potentiel électrométrique s'est effectivement manifesté positif pour des solutions déterminant le virage du tournesol au rouge, telles que les solutions des acides nitrique et acétique, des chlorures, sulfates et nitrates ferriques et cuivriques. Au contraire, le potentiel électrométrique s'est manifesté négatif pour des solutions déterminant le virage du tournesol au bleu, telles que les solutions de soude, de baryte, des carbonate et sulfure de sodium. Pour un grand nombre de cas jusqu'ici examinés, le sens de la chute globale de potentiel dans la chaîne Pt-eau-solution-Pt a été trouvé ainsi correspondre à celui des pH croissants dans l'interface idéal eau-solution, sens qui semble le conditionner, au moins dans une très large mesure.

Les caractères d'acidité et de basicité des électrolytes se révèlent donc

comme d'intervention opposée à l'égard du signe de l'effet Volta contre l'eau, contrôlé par celui du potentiel électrométrique, directement accessible à l'expérience. La discrimination électrostatique, qui s'établit entre eux de ce fait, a l'avantage de demeurer entièrement indépendante des hypothèses de la dissociation électrolytique.

Les présentes observations sont à rapprocher de résultats antérieurs de J. Perrin [1], concernant les charges électriques empruntées par les membranes dans les milieux acides et basiques.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur le coefficient d'activité des ions.* Note de Mlle **Marguerite Quintin**, présentée par M. Jean Perrin.

Lorsqu'on cherche à confronter la théorie des électrolytes forts avec l'expérience, on se heurte à la question de la signification du paramètre a de la théorie de Debye. Dans le cas du coefficient d'activité d'un ion, il n'y a pas d'ambiguïté, a représente le rayon d'action de l'ion de l'espèce considérée, c'est-à-dire le rayon d'une sphère impénétrable à tout autre ion; l'existence de forces répulsives entre ions, surajoutées aux forces de Coulomb, étant ainsi mise en évidence pour des distances moléculaires. Dans le cas du coefficient moyen d'activité d'un sel, la plupart des auteurs admettent, pour des raisons de simplification de calcul, que les rayons des divers ions d'une solution sont égaux; hypothèse *a priori* incertaine.

Il m'a paru intéressant, malgré les difficultés inhérentes à l'existence d'un potentiel à la jonction entre liquides, de chercher à atteindre le coefficient d'activité des deux espèces d'ions d'un électrolyte, et pour cela d'utiliser le chlorure de cadmium, sel dont j'avais préalablement [2] déterminé le coefficient d'activité moyen.

La mesure de la force électromotrice (f. e. m.) des chaînes

$$\text{Cd (amal. 2 phases)} \mid \text{CdCl}^2, m \mid \text{KCl sat.} \mid \text{KCl 0,1 N} \mid \text{Hg}^2\text{Cl}^2 \mid \text{Hg},$$

$$\text{Ag} \mid \text{AgCl} \mid \text{CdCl}^2, m \mid \text{KCl sat.} \mid \text{KCl 0,1 N} \mid \text{Hg}^2\text{Cl}^2 \mid \text{Hg}$$

permet d'atteindre les potentiels par rapport à l'hydrogène

$$E_{Cd} = (E_0)_{Cd} - \frac{RT}{2\mathcal{F}} \text{Log}\ m f_{Cd} + \pi, \qquad E_{Cl} = (E_0)_{Cl} + \frac{RT}{\mathcal{F}} \text{Log}\, 2m f_{Cl} + \pi,$$

(1) *J. Chim. Phys.*, **2**, 1904, p. 601.

(2) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 1579.

où E_0 représente le potentiel normal de l'électrode considérée, f le coefficient d'activité de l'ion correspondant et π la différence de potentiel entre la solution étudiée et celle de chlorure de potassium saturé servant à faire la fonction avec l'électrode de référence.

L'appareillage est le même que celui utilisé dans l'étude du coefficient moyen d'activité du chlorure de cadmium; mais, étant donné la très grande résistance du circuit, par suite de la fermeture des robinets des siphons de jonction, le galvanomètre servant d'appareil de zéro est remplacé par un montage électrométrique à lampes.

Les résultats obtenus à 25° sont les suivants :

m (mol-g/1000g eau)... .	0,1.	0,05.	0,02.	0,01.	0,005.	0,002.	0,001.
E_{Cd} (10^{-4} volt)	4053	4070	4124	4190	4259	4353	4424
E_{Cl} (10^{-4} volt)	—2959	—3086	—3256	—3394	—3529	—3715	—3871

La détermination de E_0 se fait comme dans le cas d'une pile sans transport, mais avec une erreur π_0, limite de π pour $m=0$. L'erreur faite sur Log f se réduit donc à $\pi-\pi_0$. Malheureusement ni la théorie ni l'expérience ne permettent de calculer cette erreur. Mais, en solution diluée, les mobilités des ions principaux en présence étant peu différentes les unes des autres, il ne paraît pas illusoire de faire dans ce cas des mesures au dixième de millivolt.

La méthode de Lewis ne donne pas de résultats satisfaisants. Celle de La Mer, en utilisant la formule de Gronwall, La Mer et Greiff [1], conduit, dans le cas du cadmium, à une très bonne constance $[(E_0)_{Cd}=0,3494$ volt$]$ pour un rayon de 5,4 Å; dans le cas du chlore au contraire, le rayon est très petit : de l'ordre de 2 Å, dans ces conditions, la convergence de la série de Gronwall est faible et la détermination de $(E_0)_{Cl}=-0,2242$ volt incertaine. Quoi qu'il en soit, l'écart est assez grand pour que l'on soit conduit à penser que les rayons des deux ions Cd^{++} et Cl^- sont différents.

Si la grandeur a_{Cd} est bien, ainsi que semblent le montrer les résultats précédents, une caractéristique de l'ion, on doit trouver la même valeur, ou tout au moins des valeurs voisines, dans les solutions des différents sels de cadmium.

Or j'avais mesuré le potentiel du cadmium dans les solutions de sulfate de cadmium [2]. En utilisant ces résultats, on obtient pour le rayon de

(1) *J. Phys. Chem.*, 35, 1931, p. 2245.

(2) *J. Chim. phys.*, 24, p. 1927, 712.

l'ion Cd^{++} dans le sulfate : 6 ± 1 Å, ce qui est en accord avec la valeur trouvée dans le chlorure et permet de conclure à l'individualité du rayon des ions.

MAGNÉTISME. — *Sur l'expression mathématique de la courbe d'hystérésis.* Note de M. **Jacob Neufeld**, présentée par M. Henri Villat.

L'expression mathématique de la courbe de l'hystérésis peut être déterminée comme suit :

Je pose

$$B = F(H) + \alpha \int_0^t B(\lambda) M(t-\lambda) d\lambda, \tag{1}$$

où B est l'induction magnétique, H l'intensité du champ magnétique. Le terme F(H) dépend de la valeur instantanée de H tandis que le terme qui le suit représente l'action *héréditaire* de l'hystérésis. Quand le champ magnétique varie sinusoïdalement

$$H = H_m \sin \omega t, \tag{2}$$

la variation de l'induction magnétique peut être exprimée par la série de Fourier

$$\begin{aligned} B = \; & B_1 \sin \omega t + B_2 \sin 2\omega t + B_3 \sin 3\omega t + \ldots \\ & + B'_1 \cos \omega t + B'_2 \cos 2\omega t + B'_3 \cos 3\omega t + \ldots, \end{aligned} \tag{3}$$

dont les coefficients peuvent être relevés expérimentalement ou bien déterminés graphiquement de la courbe de l'hytérésis.

En faisant les substitutions

$$\frac{b(p)}{p} = \int_0^\infty B(t) e^{-pt} dt, \tag{4}$$

$$\frac{f(p)}{p} = \int_0^\infty F[H(t)] e^{-pt} dt, \tag{5}$$

$$\frac{m(p)}{p} = \int_0^\infty M(t) e^{-pt} dt, \tag{6}$$

$$\frac{n(p)}{p} = \int_0^\infty \left[\int_0^t B(\lambda) M(t-\lambda) d\lambda \right] dt, \tag{7}$$

l'équation (1) peut être réduite à la forme

$$\frac{b(p)}{p} = \frac{f(p)}{p} + \alpha \frac{n(p)}{p}, \tag{8}$$

où

$$\frac{n(p)}{p} = \frac{b(p)}{p} \times \frac{m(p)}{p}. \tag{9}$$

Par conséquent

$$m(p) = \frac{p[b(p) - f(p)]}{b(p)}. \tag{10}$$

Quand H varie sinusoïdalement, on a

$$f(p) = p\int_0^\infty \mathrm{F}[\mathrm{H}_m \sin \omega t]\, e^{-pt}\, dt \tag{11}$$

et

$$\begin{aligned} b(p) = {} & \frac{\mathrm{B}_1 \omega p}{p^2+\omega^2} + \frac{2\mathrm{B}_2 \omega p}{p^2+4\omega^2} + \frac{3\mathrm{B}_3 \omega p}{p^2+9\omega^2} + \ldots \\ & + \frac{\mathrm{B}'_1 p^2}{p^2+\omega^2} + \frac{\mathrm{B}'_2 p^2}{p^2+4\omega^2} + \frac{\mathrm{B}'_3 p^2}{p^2+9\omega^2} + \ldots. \end{aligned} \tag{12}$$

On aura alors

$$\frac{m(p)}{p} = -\frac{\displaystyle\int_0^\infty [\mathrm{F}(\mathrm{H}_m \sin \omega t)] \times e^{-pt}\, dt}{\displaystyle\sum_{k=1}^{k=n} \frac{k\mathrm{B}_k \omega p + \mathrm{B}'_k p^2}{p^2 + k^2\omega^2}} = \frac{\mathrm{A}(p)}{\mathrm{D}(p)}. \tag{13}$$

L'équation (6) a comme solution

$$\mathrm{M}(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \frac{m(p)}{p}\, e^{pt}\, dp = \frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \frac{\mathrm{A}(p)}{\mathrm{D}(p)}\, e^{pt}\, dp, \tag{14}$$

par conséquent

$$\mathrm{M}(t) = \sum^{n} \frac{\mathrm{A}(\gamma_1)}{\left[p\dfrac{\partial}{\partial p}\mathrm{D}(p)\right]_{p=\gamma_n}} e^{\gamma_n t}, \tag{15}$$

$\gamma_1, \ldots, \gamma_n$ étant des racines de $\mathrm{D}(p)$.

Substituant (15) dans (1) et posant $t = 1/\omega \arcsin \mathrm{H}/\mathrm{H}_m$, on a

$$\mathrm{B} = \mathrm{F}(\mathrm{H}) + \alpha\int_0^{\frac{1}{\omega}\arcsin\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{H}_n}} \left\{ \mathrm{B}\sum \frac{\mathrm{A}(\gamma_1)}{\left[p\dfrac{\partial}{\partial p}\mathrm{D}(p)\right]_{p=\gamma_n}} \right\} e^{\gamma_n\left(\frac{1}{\omega}\arcsin\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{H}_0} - \lambda\right)}. \tag{16}$$

On a donc obtenu une relation fonctionnelle entre B et H, qui exprime le cycle de l'hystérésis.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'absorption des oxydes de tellure* TeO^2 et TeO. Note de M. **Choong Shin-Piaw**, présentée par M. Charles Fabry.

I. L'étude du spectre d'absorption de l'anhydride sélénieux SeO^2 [1] nous a conduit à examiner celui de la molécule homologue TeO^2. Cette substance étant beaucoup moins volatile que la première et attaquant vivement la silice à température élevée, nous l'avons simplement placée dans un tube ouvert en porcelaine, chauffé dans un four électrique sur une longueur de 30^{cm} environ. Le spectre d'absorption est photographié, soit avec un spectrographe en quartz (dispersion 10 Å par millimètre vers λ 3100), soit avec un spectrographe en verre (dispersion 12 Å par millimètre vers λ 4000); le fond continu nécessaire est fourni, suivant les cas, par un tube à hydrogène ou par une lampe pointolite.

II. Le spectre d'absorption de la molécule TeO^2 comprend trois régions distinctes, comme celui des molécules SO^2 et SeO^2. La première région apparaît quand la température du four est de 720° environ. Elle s'étend, vers les grandes longueurs d'onde, jusqu'à $\lambda = 2930$ et vers les petites longueurs d'onde, elle pénètre certainement dans la région de Schumann : l'absorption ne paraît, dans cette région, présenter aucune structure. La seconde région, qui apparaît vers la même température que la première, a son maximum vers 3580 Å et est résolue en bandes qui s'étendent de 2930 à 4700 Å environ. La troisième région enfin n'apparaît qu'à une température beaucoup plus élevée, supérieure à 1250°, et nécessite par suite une densité de vapeur notable. Son maximum se place vers 4980 Å et, du côté des grandes longueurs d'onde, elle atteint le domaine des radiations jaunes. Cette région est comme la précédente, résolue en bandes.

Les bandes de la région 2, et surtout celles de la région 3, sont diffuses, sauf quelques-unes dont les têtes sont assez nettes et qui sont alors dégradées vers le rouge. La recherche de régularités numériques est difficile, et nous nous contenterons pour l'instant de signaler deux périodicités principales, respectivement égales à 650 et 210 cm^{-1}; la première

---

[1] L. Bloch, E. Bloch et Choong Shin-Piaw, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 654.

paraît appartenir à l'état normal de la molécule, la seconde à l'état excité.

III. Les résultats précédents ne sont valables que si la densité de la vapeur utilisée est assez forte. Si elle est très forte, l'absorption ultraviolette peut même devenir totale au-dessus de 1000°. Si, au contraire, la densité de vapeur reste faible, il apparaît, à 1000°, dans l'ultraviolet, un spectre d'absorption nouveau, d'allure bien différente, qui appartient à la molécule diatomique TeO. Il se compose d'abord d'une dizaine de bandes comprises entre 3100 et 3300 Å, et dont la structure de rotation est en général visible. Quand la température s'élève, ce spectre se prolonge du côté des grandes longueurs d'onde. Vers 1400°, température maximum que l'on peut atteindre avec le four dont nous disposons, la limite atteinte est de 3830 Å.

La preuve que l'attribution de ce spectre à la molécule TeO est correcte, est fournie par l'identité des bandes observées avec celles du spectre d'émission correspondant dont nous avons donné récemment la structure [1]. Seules manquent en absorption la bande (0-0) et peut-être quelques-unes des bandes faibles appartenant aux progressions $v'' = 2, 3, 4$. Le point le plus intéressant est l'apparition en absorption de quatre bandes nouvelles du côté des petites longueurs d'onde. Ces bandes, d'après leur allure générale et leur position, doivent être rattachées au système déjà connu en émission, et viennent se placer à l'extrémité de la progression $v'' = 0$, où elles prennent le numérotage (7-0), (8-0), (9-0), (10-0). La structure de rotation, bien visible en absorption comme en émission sur les autres bandes de cette progression, disparaît brusquement à partir de la bande (7-0). On se trouve donc en présence d'un nouvel exemple de prédissociation et l'on comprend que les quatre bandes précédentes n'apparaissent pas en émission. Il faut sans doute rattacher à la même cause de petites perturbations dans les positions de ces bandes, qui sont légèrement déplacées par rapport aux positions prévues.

En résumé, nous avons mis en évidence et étudié qualitativement et quantitativement deux spectres d'absorption nouveaux, appartenant respectivement aux molécules TeO^2 et TeO.

---

(1) CHOONG SHIN-PIAW, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1181.

MAGNÉTOOPTIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire magnétique et la dispersion des mercuritétraiodures alcalins.* Note [1] de MM. **René Lucas** et **Fernand Gallais**, présentée par M. Aimé Cotton.

Les pouvoirs rotatoires magnétiques de certains composés complexes du mercure (dérivés iodomercuriques) ont attiré l'attention de divers expérimentateurs par leur valeur particulièrement grande [2].

Le pouvoir rotatoire magnétique de beaucoup de composés se présente comme une propriété additive des atomes ou ions constituant les molécules. La question se posait donc de savoir si la valeur particulièrement grande de la constante de Verdet de ces complexes du mercure était une exception absolue aux règles d'additivité, ou bien si cet écart n'était dû qu'au choix particulier des radiations servant aux mesures (spectre visible). Dans la première hypothèse, on pourrait rechercher l'origine de la grande valeur de la constante de Verdet des complexes dans un effet de structure. Dans la seconde hypothèse, l'accroissement de la constante de Verdet serait dû à un effet de dispersion. Nous avons tenté d'élucider cette question.

Les mesures ont été faites avec les radiations de longueur d'onde

$$0^{\mu},6438, \quad 0^{\mu},5780, \quad 0^{\mu},5461, \quad 0^{\mu},4800, \quad 0^{\mu},4358,$$

Nous désignerons par $[\rho]$ le quotient de la constante de Verdet par la masse spécifique du corps étudié. Pour une solution la valeur de $[\rho]$ du corps dissous a été calculée par application d'une relation d'additivité.

1° Nous avons étudié le mercuritétraiodure de potassium pur [3], HgI^4K^2 en solution décimoléculaire dans l'alcool à 20 pour 100. La rotation magnétique très élevée de ce sel présente une grande dispersion

$$[\rho] = 0,0502 \quad \text{pour} \quad 0^{\mu},5461 \qquad \text{et} \qquad \frac{[\rho]_{0,4358}}{[\rho]_{0,5780}} = 2,85.$$

Une dispersion aussi importante peut être due à la présence d'une bande d'absorption sélective ultraviolette relativement proche du spectre visible. On peut donc

---

(1) Séance du 23 décembre 1935.

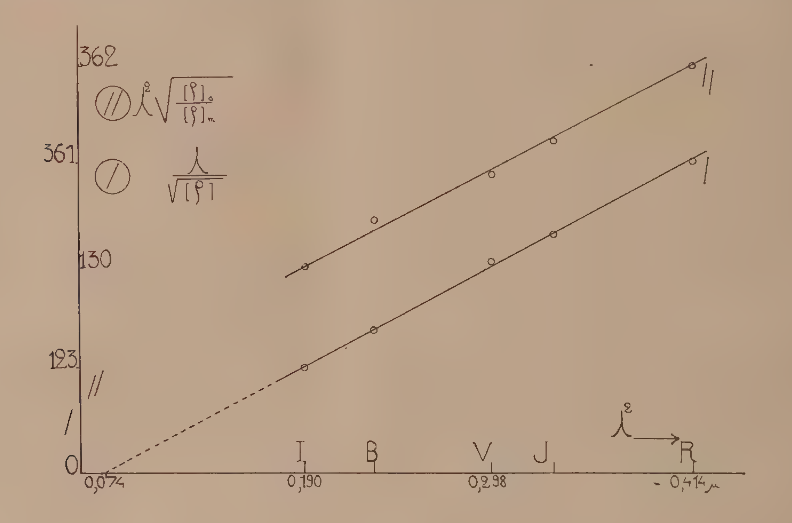
(2) A. Cornu et A. Potier, *Comptes rendus*, **102**, 1886, p. 385; O. Schönrock, *Z. Ph. Ch.*, **11**, 1893, p. 782; L. R. Ingersoll, *J. Opt. Soc. Am.*, **6**, 1922, p. 663; F. Gallais, *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 836.

(3) F. Gallais, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 875.

tenter de représenter $[\rho]$ par une formule de dispersion de Voigt réduite à un terme

$$[\rho] = \frac{A\lambda^2}{[\lambda^2 - \lambda_0^2]^2} \quad \text{ou encore} \quad \frac{\lambda}{\sqrt{[\rho]}} = \frac{1}{\sqrt{A}}(\lambda^2 - \lambda_0^2)$$

(en négligeant les variations de l'indice de réfraction), λ_0 désignant la longueur d'onde d'absorption dans l'ultraviolet. La seconde formule se prête à une vérification graphique commode car elle est linéaire en fonction de λ^2 et donne commodément λ_0.



La courbe I relative au complexe HgI^4K^2 est bien une droite et donne pour λ_0 la valeur $0^\mu,271$. Le spectre d'absorption indique d'ailleurs bien une très forte absorption à partir de $0^\mu,2900$.

2° Nous avons repris l'expérience même qui sert à déterminer la constitution des complexes en solution. Dans le cas du mercuritétraiodure de césium [1] nous avons déterminé pour la solution de « composition maximum » [2] la rotation mesurée $[\rho]_m$, et la rotation $[\rho]_0$ calculée par application de la règle des mélanges, et nous avons essayé d'établir si l'écart $[\rho]_m - [\rho]_0$ était indépendant de la longueur d'onde.

En raisonnant sur les constantes rapportées aux sels secs, on peut adopter la

(1) F. Gallais, *Comptes rendus*, 202, 1935, p. 54.

(2) Au sens défini par P. Job, *Ann. Chim.*, 10e série, 9, 1928, p. 113.

représentation suivante :

$$[\rho]_0 \qquad (\mathrm{HgCl^2} + 4\,\mathrm{CsI}), \qquad [\rho]_0 = \frac{B_1}{\lambda^2} + \frac{B_2}{\lambda^2} = \frac{B}{\lambda^2}$$

(en admettant que ce mélange est transparent dans le proche ultraviolet), et

$$[\rho]_m \qquad (\mathrm{HgI^4Cs^2} + 2\,\mathrm{CsCl}), \qquad [\rho]_m = \frac{A\lambda^2}{[\lambda^2 - \lambda_0^2]^2} + \frac{C}{\lambda^2}.$$

Il s'agit d'établir si $[\rho]_0/[\rho]_m$ tend vers l'unité ($[\rho]_m - [\rho]_0$ tendant vers zéro) ou reste inférieur à 1 quand λ augmente suffisamment.

Or

$$\frac{[\rho]_0}{[\rho]_m} = \frac{B(\lambda^2 - \lambda_0^2)^2}{\lambda^4\left[A + C\left(1 - 2\frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}\right)\right]}, \qquad \lambda^2\sqrt{\frac{[\rho]_0}{[\rho]_m}} = \sqrt{\frac{B}{A + C\left(1 - 2\frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}\right)}}\,(\lambda^2 - \lambda_0^2)$$

à l'infiniment petit près $(\lambda_0/\lambda)^4$. Le premier rapport tend (pour les grandes valeurs de λ) vers la quantité $B/(A + C)$ qui est accessible graphiquement. En effet, la seconde expression représentée en fonction de λ^2 par la courbe II, ne diffère déjà pratiquement pas de la droite asymptote

$$y = \sqrt{\frac{B}{A + C}}\,(\lambda^2 - \lambda_0^2)$$

pour les valeurs de λ^2 relatives au spectre visible. Or le carré du coefficient angulaire de cette droite $B/(A + C)$, de valeur 1,08 se trouve être très voisin de l'unité.

En conclusion on peut interpréter les propriétés exceptionnelles des mercuritétraiodures (grandes valeurs de la constante de Verdet et de la dispersion, exception aux lois d'additivité) par l'influence d'une bande d'absorption, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une autre cause.

RADIOCHIMIE. — *Sur le domaine spectral d'émission des réactions chimiques.* Note de M. **René Audubert**, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai signalé ([1]), avec Van Doormaal, que de nombreuses réactions considérées comme non luminescentes, étaient accompagnées d'une très faible émission de rayonnement ultraviolet qui ne peut être décelé que grâce à l'emploi de compteurs photoélectriques très sensibles. L'ordre de grandeur de cette émission (en général : quelques milliers de photons/cm²/sec) ne

---

([1]) R. Audubert et Van Doormal, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1883.

permet pas de préciser les domaines spectraux de ces émissions par une méthode spectrographique. J'ai montré, avec C. Riethmuller [1], que l'on peut, par un choix approprié de la nature de la photocathode du compteur, réaliser des cellules sensibles dans des régions assez différentes pour obtenir des renseignements approximatifs sur le domaine d'émission du phénomène considéré [2].

J'ai ainsi étudié le rayonnement émis par des réactions chimiques d'une part avec un compteur à Al présentant un maximum de sensibilité très accusé vers 2400 Å, d'autre part avec un compteur à CuI dont la sensibilité croît sans présenter de maximum depuis 2600 Å jusqu'à 2000 Å, mais est, en réalité, particulièrement élevée entre 2200 Å et 2000 Å.

Nature de la réaction.	Cellule à CuI. Énergie mesurée par rapport à la lampe à résonance 2536,52 Å (erg/sec./cm²).	Cellule à CuI. Énergie rapportée à la fréquence moyenne 2150 Å (erg/sec./cm²).	Cellule à Al. Énergie mesurée par rapport à la lampe à résonance 2536,52 Å (erg/sec./cm²).	Cellule à Al. Énergie rapportée à la fréquence moyenne 2400 Å (erg/sec./cm²).
$NaOH + NO^3H$ (1)	$26,6 . 10^{-8}$	$104 . 10^{-10}$	$12 . 10^{-8}$	$264 . 10^{-10}$
$NaOH + SO^4H^2$ (2)	2,7 »	108 »	14 »	308 »
Oxydation du pyrogallate de soude par O^2 (3)	4,3 »	51 »	17,2 »	392 »
Oxydation du glucose par le permanganate (4)	2,0 »	80 »	rien	rien
Oxydation de l'hydrosulfite de soude par O^2 (5)	1,12 »	45 »	12 »	264 »
$SO^3K^2 + O^2$ (6)	1,6 »	64 »	rien	rien
$SO^3Na^2 + O^2$ (7)	1,7 »	70 »	rien	rien
Amalgame de Mg + H^2O (8)	1,4 »	56 »	15 »	330 »
Amalgame de Na + H^2O (9)	2,3 »	90 »	14 »	300 »
Amalgame de Al + H^2O (10)	1,12 »	45 »	10 »	220 »
Oxydation de l'alcool éthylique par l'acide chromique (11)	rien	rien	125 »	2730 »
$C^2O^4K^2 + 2Br$ (12)	rien	rien	17 »	380 »
$C^2O^4Na^2 + 2Br$ (13)	rien	rien	10 »	220 »
$C^2O^4N^2 + 2I$ (14)	rien	rien	7 »	$150 . 10^{-8}$

Nota. — Chaque détermination représente la moyenne de plusieurs expériences.

---

[1] R. AUDUBERT et C. REITHMULLER, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 389.

[2] R. AUDUBERT, *Journ. de Phys.*, 7e série, 6, 1935, p. 451.

Dans tous les cas, la sensibilité absolue de la cellule était mesurée au moyen d'une lampe à mercure à résonance par la méthode déjà décrite [1]. On peut ainsi éliminer les cellules trop peu sensibles pour déceler ces phénomènes; en outre il est possible, en tenant compte de l'écart moyen des fluctuations des décharges en l'absence de tout rayonnement, d'apprécier en erg/sec/cm² l'énergie tombant sur la cellule et correspondant à la fréquence moyenne de la sensibilité du compteur.

Le tableau ci-contre donne les résultats obtenus.

Nous voyons que les réactions étudiées se groupent en trois catégories:

1° Les réactions (1), (2), (3), (5), (8), (9), (10) émettent un rayonnement décelable par les deux types de photocathodes et, en raison de la partie commune des courbes de sensibilité spectrale des cellules, on ne peut avoir qu'une grossière indication sur le domaine d'émission.

2° Certaines réactions, (11), (12), (13), (14), n'agissent que sur la cellule à Al; d'après ce que j'avais déjà signalé avec Van Doormaal, les combustions vives du phosphore et du soufre doivent rentrer dans cette catégorie. Leur spectre d'émission est donc situé en deçà de 2150 Å environ.

3° Enfin, des réactions telles que (4), (6) et (7) sont seulement décelées par le CuI, si bien qu'il est logique de penser que le spectre d'émission est situé au delà de 2200 Å environ.

Il existe donc, pour les réactions étudiées, des différences profondes dans l'émission et il est particulièrement intéressant de pouvoir ainsi mettre en évidence des réactions capables d'émettre un rayonnement localisé entre 2000 et 2200 Å, c'est-à-dire correspondant de 150000 à 160000^{Cal}.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur l'existence de niveaux de résonance pour la capture de neutrons.* Note de MM. **Hans von Halban** jun. et **Pierre Preiswerk**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons montré récemment que la capture de neutrons par l'argent peut être provoquée par deux groupes de neutrons [2]. Une ampoule de

---

(1) R. Audubert, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 185.

(2) H. von Halban jun. et P. Preiswerk, *Nature*, 136, 1935, p. 951.

(Rn + Be) entourée de paraffine donne un spectre continu dans lequel figurent ces neutrons de ces deux groupes : A et C ([1]). Les neutrons du groupe C ont la vitesse thermique que nous désignerons par kT et sont fortement absorbés par le cadmium ; leur section efficace de capture augmente avec $1/v$.

La température à laquelle se trouve la paraffine qui ralentit les neutrons influence l'activation de l'argent par les neutrons du groupe C, tandis qu'elle n'a aucun effet sur l'activation de l'argent par les neutrons, préalablement filtrés, à la sortie de la paraffine, par du cadmium (groupe A). Il paraît donc très probable que les neutrons du groupe A ont une énergie supérieure à kT, ce qui est en accord avec d'autres expériences au sujet desquelles nous allons donner un aperçu.

On sait que le taux de décroissance de la radioactivité provoquée par les neutrons en fonction de l'épaisseur de la paraffine ralentissante est une mesure du nombre de chocs contre des protons, nécessaires en moyenne pour ralentir les neutrons de leur vitesse initiale à la vitesse favorable pour l'activation de l'indicateur radioactif ([2]). Nous avons déterminé la décroissance de l'intensité des deux groupes en fonction du rayon d'une sphère de paraffine, au centre de laquelle était placée la source de (Rn + Be). L'intensité du groupe A décroît plus vite que celle du groupe C, on en déduit donc que la vitesse des neutrons du groupe A est plus grande que celles des neutrons C.

Pendant que ces expériences étaient en cours, Amaldi et Fermi ([3]) d'une part et Szilard ([4]) d'autre part ont publié des résultats sur le même sujet. Ils trouvent que l'activation par capture de neutrons est dans le cas de plusieurs éléments due à deux groupes, dont un est toujours le groupe C, tandis que le deuxième groupe n'est pas identique pour tous les éléments.

Pour le groupe C (absorbable dans le Cd) nous avons déterminé l'absorption ([5]) dans la paraffine : en interposant une plaque de Cd dans la paraffine entre la source (Rn + Be) et l'indicateur d'Ag on trouve, que l'influence de l'absorbant de Cd décroît de moitié, si on le rapproche

---

([1]) Notations de MM. Fermi et Amaldi (*La Ricerca scientifica*, A, 6e année, 2, nos **11-12**, 1935, p. 544).

([2]) Bjerge et Westcott, *Proc. of the Roy. Soc.*, A, **150**, 1935, p. 109.

([3]) Amaldi et Fermi, *La Ricerca scientifica*, A, 6e année, 2, 1935, p. 344.

([4]) Szilard, *Nature*, **136**, 1935, p. 849.

([5]) Nous rappellons que la paraffine et toute substance hydrogénée non seulement ralentit les neutrons, mais peut également absorber les neutrons lents avec formation de deutons.

de 2,5 cm de la source, l'argent restant toujours à la même place. Ceci prouverait que la moitié des neutrons du groupe C sont absorbés dans 2,5 cm de paraffine. Amaldi et Fermi ont employé indépendamment la même méthode pour le groupe A, en utilisant un absorbant en Ag au lieu du Cd. Ils ne trouvent plus aucune influence de l'absorbant en Ag sur l'activation de l'indicateur en Ag pour une distance plus grande que 1^{cm} entre l'absorbant et l'indicateur.

Cette expérience pourrait faire croire que les neutrons du groupe A sont plus absorbables par la paraffine, que ceux du groupe C, et puisqu'on a tendance à croire que l'absorption augmente lorsque la vitesse des neutrons diminue, que les neutrons du groupe A seraient plus lents que ceux du groupe C. Mais des mesures de l'absorption des neutrons dans la paraffine à la température de l'air liquide ([1]) montrent que ceci est vrai uniquement pour des vitesses supérieures à une vitesse limite, franchement supérieure à celle du groupe C.

Le fait que les neutrons du groupe A ne sortent que de la couche de paraffine ralentissante la plus proche de l'indicateur en Ag se trouve en accord avec les autres faits expérimentaux H si l'on fait l'hypothèse suivante :

Les neutrons du groupe A constituent une bande caractéristique pour l'argent (différentes bandes pour différents éléments), leur énergie est supérieure à kT. Ils sont donc encore ralentis en traversant la paraffine et leur vitesse est en moyenne déjà diminuée de moitié par un seul choc contre un proton. Si la bande A a une largeur de l'ordre de grandeur de la moitié de son énergie moyenne, chaque neutron n'appartient, au cours de son ralentissement, à cette bande qu'entre deux chocs. L'activation de l'Ag due à ce groupe peut alors seulement être due à des neutrons qui sont ralentis à la vitesse critique de la bande A dans la couche de paraffine la plus proche de l'indicateur. La décroissance de l'influence de l'absorbant en Ag déterminée par Amaldi et Fermi peut être considérée comme une mesure de la limite supérieure de la largeur de la bande A.

Il semble donc très probable qu'il existe dans le domaine des énergies supérieures à kT des maxima de résonance pour la capture de neutrons par les noyaux, conformément à la théorie de F. Perrin et Elsasser ([2]) et de Bethe ([3]).

([1]) P. Preiswerk et H. v. Halban jun., *Nature*, 136, 1935, p. 1027.

([2]) F. Perrin et W. M. Elsasser, *Journ. de Phys. et Le Rad.*, 6, 1935, p. 194.

([3]) H. A. Bethe, *Phys. Rev.*, 47, 1935, p. 747.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formule chimique de la malachite.* Note de MM. **Marcel Guillot** et **Georges Geneslay**, présentée par M. Georges Urbain.

La formule classique de la malachite : $2OCu.CO^2.OH^2$, repose sur d'anciennes analyses de Vauquelin [1]. On a fait de très nombreuses tentatives de synthèse de ce minéral, mais elles n'ont abouti, dans la plupart des cas, qu'à indiquer des modes de formation, plutôt que des procédés de préparation proprement dits. D'une manière générale, tous les sels solubles cuivriques (chlorure, nitrate, sulfate, acétate, etc.), au contact des carbonates alcalinoterreux (craie, marbre, dolomie) fournissaient, lentement à froid, plus rapidement à chaud et sous pression, un carbonate cuivrique basique vert, en apparence analogue à la malachite, mais trop impur pour que sa composition chimique pût être fixée avec certitude, et trop finement pulvérulent pour qu'une identification cristallographique fût possible par mesure des angles des cristaux. Au contraire, en traitant en solution le sulfate cuivrique par un mélange, en proportions convenables, de carbonate et bicarbonate de sodium (ou potassium), on obtient [Gröger [2]], comme terme final de la réaction, un carbonate basique vert, qui paraît souillé seulement de traces de carbonate alcalin adsorbé. Or, des analyses qu'il a effectuées, Gröger a conclu qu'il s'agissait d'un composé plus hydraté que la malachite, auquel il attribue la formule $6OCu.3CO^2.4OH^2$, qu'on peut écrire (malachite) $3OH^2$, ou encore $2OCu.CO^2.1,33\,OH^2$. Ultérieurement V. Auger [3] aboutissait à une conclusion voisine ($2OCu.CO^2.1,4\,OH^2$), et plus récemment son élève, Mlle Hémar [4], proposait la formule $2OCu.CO^2.1,5\,OH^2$. Selon ces derniers auteurs, quel que soit le procédé de préparation utilisé, le produit obtenu renferme *toujours plus d'eau* que la malachite naturelle. Ils donnent donc le nom de *malachite hydratée* à ce produit de synthèse.

Nous nous sommes demandé si cette contradiction provenait d'une différence réelle de constitution des malachites naturelle et artificielle, ou si elle n'était attribuable qu'à l'insuffisante pureté des produits préparés.

---

(1) Vauquelin, *Ann. Chim.*, **87**, 1813, p. 5.

(2) M. Gröger, *Zeit. anorg. Chem.*, **24**, 1900, p. 127.

(3) V. Auger, *Comptes rendus*, **158**, 1914, p. 944; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, **15**, 1914, p. 500.

(4) Mlle S. Hémar, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1507.

Nous nous sommes donc efforcés : 1° de préparer des échantillons aussi purs que possible de ce carbonate basique vert; 2° de voir si, quand on change les conditions de sa préparation, sa composition reste invariable. Les réactions utilisées ont été les suivantes : action à 20° ou à 100° de solutions saturées de carbonate ou bicarbonate de sodium ou potassium sur une solution saturée de sulfate cuivrique, hydrolyse de cupricarbonates alcalins divers, hydrolyse de la cuivre-II-carboxydiammine. Dans tous les cas, le produit final de la réaction semble identique à lui-même, et garde la même composition centésimale, qui correspond à une formule voisine de celle de Gröger. Le produit est microcristallin, et présente, examiné au microscope, en lumière naturelle ou polarisée, le même aspect que la malachite naturelle.

Ce carbonate vert se présentant donc à première vue comme un composé défini, il restait à savoir s'il avait ou non une structure cristalline identique à celle de la malachite naturelle. Nous avons donc comparé les spectres de diffraction de rayons X (méthode de Debye et Scherrer, tube à anticathode de cuivre) fournis par les deux substances. Les deux spectrogrammes coïncident exactement. La « malachite hydratée » d'Auger et la malachite naturelle sont donc identiques, et la formule classique de cette dernière doit être abandonnée.

Si la formule classique était exacte, la maille cristalline de la malachite renfermerait deux (ou $2n$) atomes de cuivre. La formule de Gröger en exigerait six (ou $6n$). Celle de Mlle Hémar trois (ou $3n$). Or, dans un travail récent, H. Brasseur [1] a montré que la maille contenait huit atomes de cuivre, ce qui conduit à admettre qu'elle renferme quatre molécules de malachite naturelle. Mais cette formule polymérisée ne peut s'accorder davantage avec les analyses. Au contraire, la formule $8OCu.4CO^2.5OH^2$, que nous proposons, serait conforme à la fois aux résultats analytiques et à la structure cristalline, la symétrie de la maille n'étant pas modifiée par l'addition d'un OH^2 en son centre.

---

(1) H. Brasseur, *Zeit. für Krist.*, 82, 1932, p. 111.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau procédé de préparation des dérivés alcoyl- et aryltrihalogénés de l'étain.* Note de MM. **Arakel Tchakirian**, **Michel Lesbre** et **Michel Lewinsohn**, présentée par M. Georges Urbain.

Les composés alcoyltrihalogénés de l'étain dérivent des acides stannoniques $RSnO^2H$, préparés à partir des iodures d'alcoyle et des stannites alcalins, par la réaction dite de Meyer ([1]). Par généralisation de cette réaction, l'un de nous a pu récemment obtenir pour la première fois les dérivés aryltrihalogénés $ArSnX^3$, en traitant les acides arylstannoniques par les hydracides correspondants ([2]). Presque simultanément, Kotchechkoff et Nadj préparaient les mêmes composés par action directe du chlorure stannique sur les arylstannanes vers 200-250° ([3]); par exemple,

$$Sn(C^6H^5)^4 + 3Cl^4Sn = 4C^6H^5SnCl^3.$$

Mais si le rendement de la réaction de Meyer est toujours très faible (5 pour 100), le procédé direct n'en présente pas moins l'inconvénient d'aboutir à un mélange de produits de chlorurations inférieures, par suite de réactions secondaires comme

$$Sn(C^6H^5)^4 + Cl^4Sn = 2(C^6H^5)^2SnCl^2.$$

Nous donnons ici un nouveau mode de préparation des composés du type $RSnX^3$, par application de la méthode générale de préparation des dérivés du type RMX^3, exposée dans une Note précédente ([4]).

Les complexes du type $[Sn^{+II}X^3]_- M_+$, où l'atome central d'étain est électrodivalent positif et tricoordonné, M désignant un métal alcalin fortement électropositif (Rb, Cs, K), réagissent à chaud en tube scellé sur les iodures d'alcoyle ou d'aryle, suivant le schéma

$$(1) \qquad SnX^3M + IR = IM + RSnX^3.$$

Cette méthode offre l'avantage d'obtenir des produits purs avec un rendement relativement élevé.

Voici les résultats que nous avons obtenus en partant du stannochlorure

---

([1]) *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **16**, 1885, p. 1442.

([2]) Cf. M. Lesbre, *Bull. Soc. chim.*, 5e série, **2**, 1935 p. 1189.

([3]) *Ber. dtsch. chem. Ges.*, **66**, 1934, p. 1661.

([4]) Cf. A. Tchakirian et M. Lewinsohn, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 835.

de potassium hydraté $SnCl^3K.H^2O$ préparé comformément aux données de Rimbach et Fleck [1].

Méthyltriiodostannane. — $5^g,29$ (1/50 mol/g) de stannochlorure de potassium séché à 100° ont été chauffés à 90° en tube scellé avec un excès d'iodure de méthyle. Après 48 heures, le liquide était séparé par décantation de l'iodure stanneux déposé avec le résidu, puis était fractionné pour éliminer l'iodure n'ayant pas réagi. Le distillat placé au frigidaire laissait déposer des aiguilles jaunes de méthyltriiodostannane CH^3SnI^3 [2] fondant à 85° (P. F. théorique 86°,5). Poids obtenu : $4^g,5$. Rendement 43,7 pour 100.

D'après la réaction générale indiquée ci-dessus (I), on devait s'attendre à obtenir du trichlorure CH^3SnCl^3. La formation du triiodure peut être interprétée de la façon suivante :

$$SnCl^3K + ICH^3 = IK + CH^3SnCl^3,$$
$$CH^3SnCl^3 + 3IK = 3ClK + CH^3SnI^3$$

ou encore, de façon tout aussi plausible,

$$SnCl^3K + 2IK = I^2Sn + 3ClK,$$
$$CH^3I + I^2Sn = CH^3SnI^3.$$

Éthyltriiodostannane. — Par le même processus, $5^g,29$ de $SnCl^3K$ ont été mis à digérer pendant 48 heures avec un excès de C^2H^5I à 110°. Le liquide était fractionné par distillation, l'analyse de la fraction passant à 181-184°,5 sous 19^{mm}, conduisait à la formule $C^2H^5SnI^3$ [2]. Légère décomposition suivant la réaction

$$C^2H^5SnI^3 = I^2Sn + C^2H^5I.$$

Rendement 37 pour 100.

n-propyltriiodostannane. — De la même façon, l'iodure de propyle normal réagit à 130° sur $SnCl^3K$. Le *n*-propyltriiodostannane passe à 200° sous 16^{mm} en se décomposant partiellement. Le rendement est inférieur à 25 pour 100.

Phényltriiodostannane. — A 210°, l'iodobenzène réagit de façon très exothermique sur $SnCl^3K$. On obtient après distillation de l'excès de C^6H^5I, un liquide rougeâtre, huileux et épais se décomposant presque totalement en iodure d'étain dès qu'on le chauffe au-dessus de 220°.

Il nous a été possible dans certains cas d'obtenir directement les alcoyltrichlorostannanes, en partant d'iodures à chaîne ramifiée. Par exemple l'iodure d'isopropyle réagit à 110° sur le stannochlorure de potassium plus facilement que l'iodure normal, en donnant l'isopropyltrichlorostannane,

---

(1) *Z. f. anorg. Chem.*, **94**, 1916, p. 139.

(2) Le carbone et l'hydrogène ont été dosés par microanalyse selon la méthode de Pregl : l'étain à l'état de SnO^2.

suivant la réaction

$$SnCl^3K + ICH(CH^3)^2 = IK + (CH^3)^2CH.SnCl^3.$$

Ce composé distille à 75° sous 16^{mm} sans la moindre décomposition. Le rendement est supérieur à 40 pour 100.

L'hydrolyse ou l'action de l'ammoniaque sur les alcoyl- ou aryltrihalogénostannanes conduit, comme on l'a vu par ailleurs, aux acides alcoyl- ou arylstannoniques :

$$ArSnX^3 + 2H^2O = ArSnOOH + 3XH.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les oxydes anthracéniques dissociables : influence des groupements tolyles en méso.* Note de M. **Antoine Willemart**, présentée par M. Marcel Delépine.

Ayant étudié antérieurement les deux méso-di-α- et méso-di-β-naphtyl-anthracènes ([1]), nous avons préparé les trois di-tolyl-anthracènes symétriques en vue d'une comparaison systématique de l'influence des divers groupements en méso sur la possibilité de donner des oxydes organiques dissociables.

Le 9.10-diorthotolylanthracène ($C^{28}H^{22}$) a été préparé par réduction au moyen de l'iodure de potassium en solution acétique du 9.10-diorthotolyldihydroxydihydroanthracène ($C^{28}H^{24}O^2$: fus. vers 310°) : c'est un hydrocarbure très légèrement jaune fondant vers 350°.

Le 9.10-dimétatolylanthracène ($C^{28}H^{22}$) a été préparé de la même façon à partir du 9.10-dimétatolyldihydroxydihydroanthracène ($C^{28}H^{24}O^2$, fusion : 247-248°); cet hydrocarbure est à peine coloré en jaune et fond vers 221-222° (bloc Maquenne).

Le 9.10-diparatolylanthracène déjà connu (Ingold et Marschall) ([2]) a été obtenu à partir du 9.10-diparatolyldihydroxydihydroanthracène

HO, $C^6H^4.CH^3$ — C — C^6H^4 / C^6H^4 — C — $CH^3.C^6H^4$, OH $\xrightarrow[\text{Solution acétique}]{\text{IK}}$ $C^6H^4.CH^3$ — C — C^6H^4 / C^6H^4 — C — $C^6H^4.CH^3$

Di-ortho ou diméta ou diparatolyldihydroxydihydroanthracène. — Di-ortho ou diméta ou diparatolylanthracène.

([1]) A. Willemart, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 1201.

([2]) *J. Chem. Soc.*, 1926, p. 3080.

Ces trois hydrocarbures donnent des solutions faiblement colorées en jaune, fluorescentes et légèrement thermochromes.

Nous avons constaté, et c'était pour nous la propriété recherchée, qu'ils étaient capables de donner, dans des conditions déjà décrites, des photooxydes dissociables : une solution d'hydrocarbure, exposée à la lumière solaire en présence d'air, donne, après évaporation du solvant, un résidu qui, chauffé vers 180-200°, laisse dégager une quantité plus ou moins abondante d'oxygène.

En calculant à raison d'une molécule d'oxygène par molécule d'hydrocarbure, nous avons trouvé dans des essais préliminaires :

33 et 48 pour 100 d'oxygène pour le		diorthotolyl-anthracène,
60 et 90	»	diamétatolyl-anthracène,
76 et 85	»	diparatolyl-anthracène.

D'après ces premiers renseignements, il semblerait que le groupement orthosubstitué serait le moins favorable pour l'oxydabilité réversible par suite, probablement, d'empêchement stérique.

Nous nous proposons d'étudier ces oxydes.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Cristaux liquides de quelques composés de la cholestérine et leur surfusion cristalline.* Note de M. **Paul Gaubert**.

Aux diverses susbstances que j'ai déjà signalées comme donnant des cristaux liquides, lorsqu'elles sont fondues avec la cholestérine (¹), il faut, d'après mes nouvelles observations, ajouter les suivantes : résorcine, pyrocatéchine, phloroglucine, pyrogallol, *p*-nitrophénol, saligénine, érythrite, phloridzine, saccharine, isosaccharine, rhamnose, acide nitrophtalique et l'acide agaricique (²), qui est un des rares corps organiques naturels donnant isolément un liquide cristallin; ce dernier est moins biréfringent que celui de l'agaricate de cholestérine.

Les caractères de ces liquides cristallins sont voisins de ceux des composés de la cholestérine donnant des cristaux positifs. Ils diffèrent légèrement entre eux par leur viscosité.

(¹) P. Gaubert, *Comptes rendus*, **145**, 1907, p. 722; **147**, 1908, p. 632; **149**, 1909, p. 608; **156**, 1913, p. 149 et *Bulletin soc. fr. de Min.*, **32**, 1909, p. 62 et 438; **36**, 1913, p. 64.

(²) P. Gaubert, *Comptes rendus*, **168**, 1919, p. 277.

Comme dans quelques cas, ces liquides biréfringents peuvent se produire, alors même que la substance ajoutée se trouve en petite quantité (1/60 d'urée et même moins) par rapport à la cholestérine, je me suis demandé s'il ne s'agissait pas d'une modification polymorphique de cette dernière, donnant elle-même des cristaux liquides, provoquée par l'addition de cette matière. Mais, en général, il n'en est pas ainsi. C'est quand les deux corps fondus ensemble sont dans les proportions correspondant à une molécule de chacun d'eux, que le liquide cristallin est obtenu le plus facilement.

Mais une des deux substances en excès, surtout la cholestérine, peut passer en plus ou moins grande quantité dans le cristal liquide, abaissant son point de fusion isotrope et celui de sa transformation à l'état solide. J'ai fait des essais avec les corps cités plus haut et la cholestérine dans la proportion de 10 à 100 pour 100 de cette dernière. Si l'un des composants est en trop grande quantité, il se dépose, par refroidissement à l'état cristallin et rarement à l'état amorphe (phloridzine). Quand le corps ajouté à la cholestérine est en grand excès, la fusion se faisant dans un cristallisoir, le composé de la cholestérine forme des gouttelettes surnageant à la surface du liquide, à cause de la faible densité de la cholestérine.

Les liquides biréfringents passent à la forme cristalline solide, dès que la température descend au-dessous d'une certaine limite, particulière à chaque combinaison, mais si la préparation est refroidie rapidement, ces liquides, surtout s'ils contiennent un excès d'un des composants, peuvent se maintenir plus ou moins longtemps avec leurs propriétés optiques, tout en devenant de plus en plus durs. J'ai des préparations microscopiques, montées depuis plus de vingt ans, de glycolate, de malate, d'agaricate, etc., restées intactes tout en ayant presque acquis la dureté du gypse.

Ces préparations étant soumises à l'action de la chaleur, deux cas peuvent se présenter :

1° Le liquide biréfringent durci passe à la forme cristalline solide. Il se produit alors plusieurs centres de cristallisation donnant des faisceaux de fibres et surtout des sphérolites le plus souvent à enroulement hélicoïdal.

2° Les cristaux liquides en bâtonnets plus ou moins droits, les formes sphérolitiques, les bandes striées, etc. se ramollissent à mesure que la température s'élève pour devenir fluides, comme au moment de leur formation aux dépens du liquide isotrope. Dans les plages perpendiculaires à l'axe optique, il se produit de petites gouttes biréfringentes à croix noire.

Dans le cas très fréquent où il existe des plages ayant des orientations différentes, elles ne passent pas simultanément à l'état solide lorsque la

transformation est lente. Celles qui sont perpendiculaires à l'axe optique sont les plus stables. Alors que ces dernières donnent en lumière convergente l'image d'un cristal uniaxe, comme lorsqu'elles étaient liquides, les cristaux isolés et les bandes striées, etc. sont un peu fibreux par suite de leur transformation en cristaux solides.

D'après D. Vorländer ([1]) la faculté de donner des cristaux liquides est due à la structure géométrique de la molécule de la cholestérine. Il est à remarquer que des trois nitrophénols, le para est le seul qui m'ait donné un liquide cristallin avec ce corps.

Les observations sur les liquides cristallins, obtenus avec les corps mentionnés plus haut, concordent avec celles que j'ai faites autrefois sur l'analogie de certaines de leurs propriétés avec celles des composés cholestériques actifs (propionate, benzoate) bien qu'ils soient un peu plus visqueux. Aussi pour classer les cristaux liquides, je me suis basé sur le caractère le plus important : le signe optique du cristal ([2]) lié au pouvoir rotatoire. Le degré de fluidité est secondaire, en effet, on vient de voir que le même cristal liquide, assez fluide pour couler, peut devenir aussi dur que le gypse tout en conservant ses propriétés optiques.

LITHOLOGIE. — *Mesure du volume spécifique de la diabase fondue.* Note ([3]) de M. **Michel Wolarowitsch** et de Mlle **Anne Leontyewa**, présentée par M. Charles Jacob.

Jusqu'à présent, la densité des roches fondues n'a été étudiée que dans un travail de Day, Sosmann et Hostetter ([4]) qui, par la méthode de la pesée hydrostatique, ont mesuré la densité de la diabase et du granite aux températures inférieures à 1350°. Est à noter aussi la tentative de Barus ([5]) de déterminer, dans un creuset en platine, la diminution de la diabase fondue pendant la solidification.

Actuellement des travaux de ce genre intéressent non seulement des sciences théoriques comme la lithologie, la minéralogie et la géophysique, mais aussi l'industrie des roches fondues ou pétrurgie. Aussi avons-nous

---

(1) D. Vorländer, *Trans. of the Faraday Soc.*, 29, 1933, p. 910.

(2) P. Gaubert, *Bull. Soc. fr. de Min.*, 36, 1913, p. 174.

(3) Séance du 6 janvier 1936.

(4) Day, Sosmann et Hostetter, *Amer. Journ. of Sci.*, 37, 1914, p. 1.

(5) Barus, *U. S. Geol. Survey*, *Bull.*, 103, 1893, p. 28.

entrepris l'étude du volume spécifique de la diabase fondue, en modifiant légèrement la méthode employée par M. Wolarowitsch [1] pour les verres fondus. Les mesures ont été exécutées dans un four électrique vertical à tuyaux, la roche étant placée dans une éprouvette en platine et la hauteur mesurée à l'aide du contact électrique.

Pour contrôler l'appareil, les mêmes mesures ont été effectuées sur KNO_3, dont on connaît par Jaeger [2] les densités pour des températures inférieures à 540°. Le Tableau ci-après donne nos volumes V pour KNO_3, avec, dans la deuxième ligne les volumes spécifiques de Jaeger V_j, la comparaison montrant une coïncidence suffisante, l'erreur moyenne ne dépassant pas 4 pour 100.

Températures...	550°.	540°.	510°.	465°.	400°.
V	0,582	0,580	0,575	0,560	0,547
V_j	—	0,582	0,576	0,564	0,549
$\Delta V/V$ (%).........	—	0,34	0,17	0,71	0,34

Passant à trois échantillons de diabase de la région d'Olonetz, Tchéliki, les résultats sont ceux du nouveau tableau suivant :

Températures (en ° C.).	Volumes spécifiques. Diabase n° 101.	Diabase n° 102.	Diabase n° 104.	Températures (en ° C.).	Volumes spécifiques. Diabase n° 101.	Diabase n° 102.	Diabase n° 104.
1370...	—	0,375	—	1220...	0,360	—	—
1360...	0,373	—	0,383	1200...	0,357	0,363	0,369
1340...	0,371	—	0,382	1180...	—	—	0,368
1300...	0,369	0,371	0,380	1160...	0,354	—	0,366
1270...	—	—	0,375	1140...	0,350	0,357	0,364
1250...	0,365	—	0,373	1120...	0,349	—	0,356
1240...	—	0,367	—	1090...	—	—	0,354

L'examen micrographique des échantillons 101 et 102 fait constater une roche holocristalline à structure ophitique, avec plagioclase, pyroxène, amphibole, magnétite, biotite, quartz et apatite. L'analyse de 101 est la suivante :

SiO^2.........	51,69	CaO.........	8,54	Na^2O........	2,75
Al^2O^3........	12,96	MgO.........	4,56	K^2O.........	1,34
Fe^2O^3........	4,01	MnO.........	0,22	H^2O.........	0,20
FeO.........	11,97	TiO^2.........	1,98	SO^3..........	0,19

(1) M. Wolarowitsch, *Bull. Acad. Sci. de U. R. S. S.*, Moscou, 5, 1933, p. 663.

(2) Jaeger, *Zeit. f. anorg. Chemie*, Leipzig, 101, 1917, p. 51.

L'échantillon 104 est une roche obtenue à l'usine des roches fondues à Moscou. Il se peut que son analyse diffère quelque peu de celle de 101 ; les volumes spécifiques sont un peu supérieurs à ceux de 101 et 102.

Pour 101, le diagramme de la variation du volume spécifique en fonction de la température, entre 1360 et 1170°, est une droite; dans cet intervalle le coefficient de dilatation est $\beta = 3,15.10^{-4}$. Entre 1160 et 1140°, un point d'inflexion correspond à la valeur $\beta = 7,5.10^{-5}$, le volume spécifique étant égal à 0,322 cm³/g. Le fait que β croît entre 1160 et 1140° pourrait être attribué à la contraction due à un commencement de cristallisation. Day, Sosmann et Hostetter ont observé un changement rapide du volume spécifique à la température de 1050°, la différence dans la place du point d'inflexion pouvant être expliquée par des différences, soit de composition chimique entre les échantillons, soit dans les conditions de refroidissement.

L'exactitude de ces suppositions pourrait être appuyée par le fait que les courbes de dépendance entre la viscosité et la température de la diabase 101, obtenues par Wolarowitsch et Tolstoy [1], montrent le début d'une rapide augmentation de la viscosité du magma juste à 1150°.

La diabase 104 fournit également, entre 1140 et 1240°, un coefficient de dilatation très élevé. Pour 102, les mesures éxécutées jusqu'à 1140° n'ont pas permis de constater un point d'inflexion qui se place sans doute à une température plus basse que celle des essais.

GÉOLOGIE. — *Sur la microfaune du Crétacé moyen et supérieur à faciès bathyal du Nord Marocain.* Note de M. **Pierre Marie**, présentée par M. Henri Douvillé.

L'état d'avancement des études que je poursuis depuis plusieurs années sur les foraminifères microscopiques du Crétacé moyen et supérieur, à faciès exclusivement marneux, du Nord Marocain, me permet de résumer en un tableau, la répartition statigraphique des principaux genres observés. Celui-ci résulte de l'examen de résidus de lavage de plusieurs milliers d'échantillons, récoltés à l'occasion de recherches pétrolifères récentes. La

(1) M. P. Wolarowitsch, *Travaux de l'Institut de Minéralogie appliquée*, Moscou, 66, 1934, p. 1-56; M. Wolarowitsch et D. Tolstoy, *Mineralnoye Syrye*, Moscou, 5, 1935, p. 25.

description du grand nombre d'espèces nouvelles se rapportant à ces genres fera l'objet de mémoires ultérieurs. La classification adoptée est celle de M. J. Cushman (¹). Ce tableau donnera cependant d'ores et déjà des indications précises et il sera suffisant pour faciliter l'étude des formations calcaires, où l'on ne peut examiner la macrofaune qu'en plaques minces et par conséquent ne faire que des déterminations génériques.

L'âge de quelques faunes étudiées a pu être fixé avec certitude par les macrofossiles récoltés, que M. J. Lacoste a bien voulu déterminer et dont il a indiqué les associations caractéristiques, reconnues par lui au Maroc (²). Ce sont pour :

l'Albien (Oued Haballat) : *Belemnites semicanaliculatus* Blainv., *Phylloceras Velledæ* Mich., *Latidorsella latidorsata* Mich., *Mortoniceras inflatum* Sow.

le Cénomanien (O. Haballat) : *M. inflatum* Sow., *L. latidorsata* Mich., *Acanthoceras* cf. *aumalense* Coq., *Turrilites Morrisi* Sharpe.

le Maëstrichtien (Zerhoun) : *Inoceramus regularis* d'Orb., *Parapachidiscus colligatus* v. Binkhorn.

Pour les autres étages, complètement dénués de macrofossiles, j'ai pu déterminer l'âge de leur microfaune en les comparant à celles observées en Allemagne, Bohême, Autriche et surtout Amérique centrale où une statigraphie avait été amorcée et où les faunes possèdent de grandes analogies de composition et d'évolution avec celles du Maroc. Leurs limites ont été déterminées par l'apparition ou la disparition de genres ou d'espèces communs rencontrés au Maroc dans les mêmes conditions qu'en Amérique.

La base du Cénomanien a pu être fixée dans le Riff par l'apparition simultanée des premiers *Turrilites* et des premières *Rosalines*. Ces étages sont caractérisés par :

Vaginulina recta Reuss, *V. Kochii* Roemer, *Patellinella inconspicua* Brady, *Schackoina cenomana* Schacko, *Rhabdogonium* sp.; comme en Europe : Moltzow, Gosau et au Canada, pour le Cénomanien;

Rosalina sp., *Gümbelina globulosa* Ehrb., *P. inconspicua* Brady, pour l'Eagle-Ford (Turonien);

R. Linnei J. de Lapparent, *G. globulosa* Ehrb., *G. globifera* Rss. pour l'Austin inférieur (Coniacien);

R. Linnei J. de L., *R. Stuarti* J. de L., *G. globulosa* Ehrb., *G. globifera* Rss.

(¹) *Foraminifera, Classification a. Economic Use* (Sharon, 1933, U. S. A).

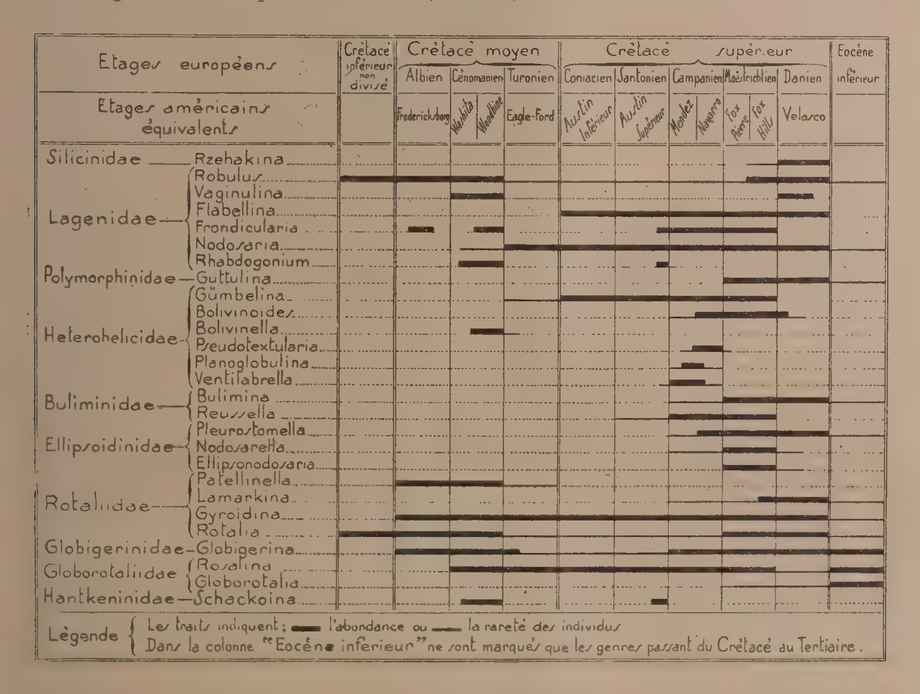
(²) *Ét. géol. Rif. Méridional*, 1, p. 284-312 (*Thèse*, Rabat).

G. excolata Cush., *G. elegans* Rzehak, pour l'Austin Supérieur (Santonien), dont la limite supérieure renferme en plus *R. calcarata* Cush., *Schackoina multispinata* Cush., *Rhabdogonium* sp.

R. Linnei mut. caliciforme J. de L., *R. Stuarti* J. de L., *R. rosetta* Maynard White, *Pseudotextularia fructicosa* Egg., *Planoglobulina acervulinoides* Egg. pour le Mendez et le Navarro (Campanien).

R. rosetta M. W., *G. globulosa* Ehrb., *Flabellina reticulata* Rss. et de rares *Rzehakina epigona* Rzehak, pour le Maestrichtien.

R. velascoensis Cush., d'abondantes *Rzehakina epigona* Rzehak et *Flabellina wicksburgensis* Howe, pour le Velasco (Danien).



Ce Danien, caractérisé par l'absence des *Rosalina*, *Gümbelina* et *Frondicularia* existant auparavant, par l'apparition d'une nouvelle *Rosalina* (*Pulvinulina*) *velascoensis* Cush. qui ne s'éteindra définitivement qu'à la fin de l'Éocène moyen et l'extinction des *Flabellina* dont seule *Fl. wicksburgensis* persiste encore, est au Maroc composé de marno-calcaires blancs, à silex naissants, dont les contacts avec l'Éocène sont, au moins dans le Gharb, toujours anormaux.

Quelques examens récents, effectués sur des prélèvements datés ou des coupes de sondage, provenant de Sloughia (Tunisie), ainsi que des études

faites sur des échantillons communiqués par M. A. Robaux [1] et récoltés dans le sud de l'Espagne, m'ont permis de constater que ce tableau restait valable pour l'étude du Crétacé moyen et supérieur à faciès bathyal de l'Afrique du Nord et peut-être même de l'ensemble du bassin méditerranéen.

Ces constatations montrent que l'existence d'affinités étroites entre les faunes crétacées de l'Afrique du Nord et celles de l'Amérique centrale, rappelées dernièrement par M. F. Daguin [2], ne seraient pas particulières aux faunes néritiques, mais générales.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques dans les régions méridionales de l'Anatolie Centrale.* Note [3] de M. **Ernest Chaput**, présentée par M. Charles Jacob.

Les terrains paléogènes de l'Anatolie Centrale ont été affectés par des plissements dont il a été question ici [4]; ensuite se sont formés des calcaires lacustres, des laves, des tufs éruptifs dont la disposition générale est restée tabulaire. Les calcaires lacustres dominent à l'Ouest d'Aksaray, tandis que, plus à l'Est, les dépôts calcaires ou sablonneux ne forment que des lits subordonnés dans la série des produits d'épanchement volcanique. Jusqu'à ces dernières années, on n'avait que peu de renseignements précis sur l'âge des terrains précédents. Les faunes lacustres, attribuées d'abord au Pliocène, paraissent maintenant appartenir surtout au Miocène, comme les faunes lacustres provenant de l'Anatolie Occidentale et étudiées par Oppenheim. En outre, dans les plaines de Konya et d'Eregli, nous avons observé des buttes de sables à *Dreissensia polymorpha* Pallas, *Dr. buldurensis* d'Archiac, etc., donc probablement quaternaires. Quant aux formations volcaniques, elles ont fourni récemment, en deux points, des restes de Mammifères fossiles.

1° A Kara In (8^{km} au Sud-Est d'Urgüb) une vallée entame, sur 400^{m} de hauteur, des tufs et agglomérats volcaniques, stratifiés à peu près horizontalement, et couronnés par des laves formant de grands plateaux à 1600^{m} d'altitude. A 75^{m} au-dessus du fond de la vallée, dans des tufs, déterminés

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 478 et 955.

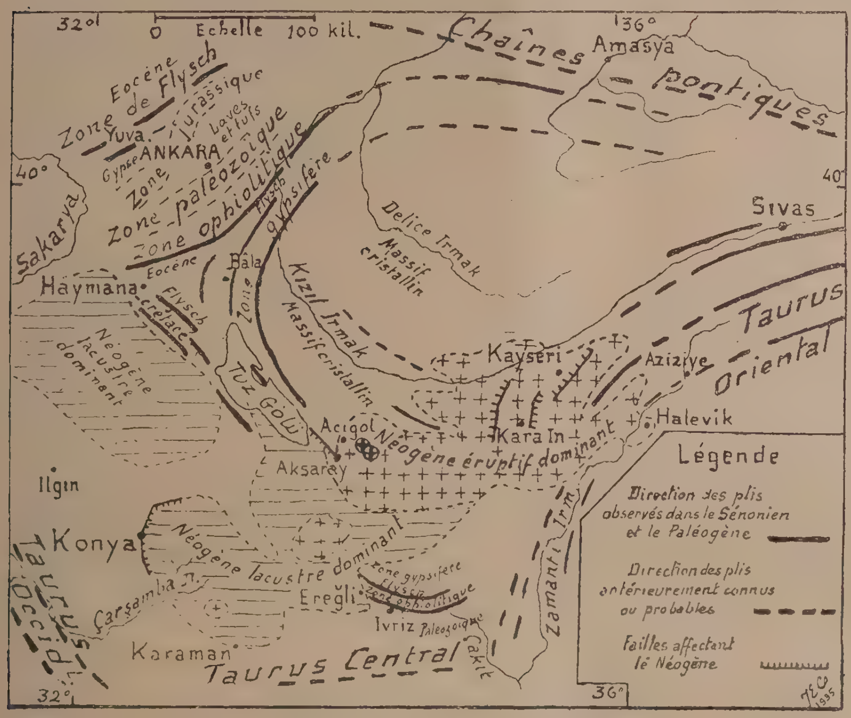
(2) *Ét. géol. rég. prérifaine*, 1927, p. 258 (*Thèse*, Montpellier).

(3) Séance du 6 janvier 1936.

(4) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1404.

par M. Lacroix comme dacitiques, ont été recueillies plusieurs dents d'*Hipparion gracile* Kaup, une molaire de *Machairodus*, une mâchoire inférieure d'*Alcicephalus Neumayri* Roodl. et Weit. (détermination faite par M. Piveteau). Il s'agit donc du Miocène supérieur, très probabablement du Méotien.

2° Près de Halevik (22^{km} au Sud-Ouest d'Aziziye), un affluent de la



Esquisse structurale d'une partie de l'Anatolie Centrale.

rivière de Zamanti entame, sur une centaine de mètres de hauteur, des tufs interstratifiés avec des conglomérats alluviaux, et couronnés par un banc mince de laves formant de grands plateaux à 1500^{m} d'altitude. Dans les conglomérats, presque au sommet des versants, ont été recueillis des fragments de molaires et de défenses d'Éléphantidés; bien qu'une détermination précise n'ait pu être faite, les fragments de molaires (largeur de la dent : 8^{cm}; épaisseur des bandes d'émail : 4^{mm} environ; fréquence laminaire : 4 à 5) indiquent une forme archaïque, pliocène.

Ainsi les formations éruptives du Sud et du Sud-Est de l'Anatolie Cen-

trale appartiennent en partie au Miocène supérieur, en partie au Pliocène. Dans les régions que nous avons parcourues ([1]), le volcanisme quaternaire ne joue qu'un rôle subordonné. Aux environs d'Acigöl, des volcans à cratères, qui ont rejeté des rhyolites vitreuses, sodiques (détermination faite par M. A. Lacroix) se classent dans le Quaternaire par la fraîcheur de leur modelé; ces volcans sont figurés sur la carte schématique par des croix encerclées.

Les terrains néogènes mentionnés ici sont souvent affectés par des déformations à grande courbure et par des failles importantes; certaines dépressions, entre autres la plaine de Konya, doivent leur origine à des dénivellations tectoniques; elles sont parfois limitées par des failles qui ont joué probablement jusqu'au Quaternaire.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à l'étude dynamique du climat.* Note ([2]) de M. **George Canellopoulos**, présentée par M. Charles Maurain.

Dans le présent travail, qui constitue une brève introduction à l'étude dynamique du climat ([3]), nous examinons la possibilité de déterminer le climat de la Grèce par l'analyse des masses d'air ([4]).

Nous avons soumis à l'analyse en question les masses qui ont passé par l'île de Lemnos (longitude 25°4′, latitude de 39°53′) pendant les années 1927-1934 et, à l'aide des cartes du temps quotidiennes, nous avons étudié les propriétés des masses pour chaque jour. Ensuite, nous avons dressé le tableau de fréquence des jours de chaque catégorie, en distinguant les catégories H, M, HM, A et X.

Nombre de jours de chaque catégorie.

	H.	M.	HM.	A.	X.
Décembre	107	55	11	30	14
Janvier	128	43	14	26	6
Février	114	43	10	26	5
Hiver (fréquence °/₀)	58	23	6	13	

([1]) L'indication précise de nos itinéraires est donnée dans le tome II des *Mémoires de l'Institut français d'Archéologie de Stamboul*, volume actuellement sous presse.

([2]) Séance du 30 décembre 1935.

([3]) Tor. Bergeron, *Meterologische Zeitschrift*, 47, 1930, p. 246.

([4]) Dr. Gerhart Schinze, *Archiv. der deutschen Seewarte*, Hamburg, 52, n° 1, 1932, p. 5; Erwin Dinies, *Ibid.*, 50, n° 6, 1932, p. 5.

Dans la catégorie H nous avons rangé les masses d'air qui ont pénétré dans la mer Égée provenant du Nord; dans la catégorie M les masses méditerranéennes cheminant vers le Nord ou le Nord-Est; dans la catégorie HM les masses qui autrement auraient dû rentrer dans la catégorie H, mais qui avaient subi une forte influence du milieu; dans la catégorie A les masses provenant du mélange de différentes catégories et aussi des masses qui présentaient des propriétés de masses indifférentes; enfin la catégorie X comprend les jours que nous n'avons pas pris en considération.

Le tableau ci-dessous donne les moyennes mensuelles de la température de chaque catégorie de masses et aussi les moyennes tirées de toutes les observations faites en hiver pendant les années 1927-1934 :

	H.	M.	HM.	A.	Toutes les observations.
	°	°	°	°	°
Décembre	7,8	14,3	10,0	11,6	9,7
Janvier	6,1	13,0	8,8	10,4	7,9
Février	4,6	12,6	7,5	9,8	6,5

Dans notre étude nous avons considéré comme nécessaire de séparer les périodes régulières de celles non régulières et de laisser de côté dans le calcul ces dernières, afin que les moyennes totales obtenues se rapprochent autant que possible des propriétés régulières des masses.

Les propriétés irrégulières des masses ont été examinées séparément.

Les masses de la catégorie H présentent des périodes ordinaires, extraordinaires ou exceptionnelles. La température des masses M présente une allure régulière. Ces masses, quant à l'élément de la température au moins, ne présentent pas pendant l'hiver, de périodes exceptionnelles. La température des masses A aussi est d'allure plutôt régulière.

Les écarts entre les moyennes totales de la température des masses H, M, HM, et A et les moyennes totales tirées des observations de toutes les catégories, déduits du tableau ci-dessus, montrent que ces dernières diffèrent des moyennes de chaque catégorie de masse des périodes ordinaires de 1-6° et des périodes extraordinaires ou exceptionnelles de plus de 6°, constituant ainsi des valeurs conventionnelles qui ne correspondent aucunement à la nature.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la glycérine sur les Saprolégniées.* Note de M. et Mme **Fernand Moreau**, pésentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

La glycérine pure s'est montrée mortelle pour les Salprolégniées que nous avons soumises à son action. Par contre la glycérine associée à des doses modérées aux constituants du liquide de Sabouraud au maltose, appauvri au 1/50e, se montre d'une toxicité moindre pour ces Champignons. Elle en permet la croissance dans une mesure d'autant plus étendue que la teneur du milieu en glycérine est plus faible; elle agit sur le développement en raréfiant les organes de la reproduction sexuelle; elle provoque enfin des modifications morphologiques d'autant plus accusées que la teneur en glycérine est plus élevée.

Action de la glycérine sur la croissance. — Les faibles doses de glycérine sont sans action sensible sur la croissance de l'*Achlya colorata* Pringsh. Dès que la concentration en glycérine dépasse 3 à 4 pour 100 [1], le développement du Champignon devient moins étendu; ainsi, dans une de nos expériences, alors que les cultures témoins sur liquide de Sabouraud au 1/50e atteignaient un diamètre de 50mm, les cultures à 5 pour 100 de glycérine n'avaient plus que 25mm de diamètre. Le développement devient extrêmement faible, quelques millimètres, pour une teneur en glycérine de 8 pour 100; il est pratiquement nul pour une concentration de 10 pour 100 et pour les concentrations supérieures. Pourtant, les doses de 10, 12, 15 et 20 pour 100 ne sont pas mortelles, mais seulement inhibitrices; le thalle qui les a subies plusieurs jours se développe en une culture nouvelle si on le transporte sur le milieu de Sabouraud témoin. Ce n'est qu'aux environs de 25 pour 100 qu'est atteinte la dose mortelle de glycérine.

---

(1) Par concentration en glycérine à *n* pour 100, il faut entendre dans cette Note que *n* centimètres cubes de glycérine à 30° ont été ajoutés à 100^{cm^3} du liquide de base. Les expériences rapportées ici ont été faites avec des produits purs, des cultures pures, en milieux stérilisés, en boîtes de Petri et à la température ordinaire du laboratoire, variable de 8 à 14° (l'action d'une température constante, voisine de 22°, rend les cultures plus exubérantes mais n'altère pas sensiblement l'allure générale des phénomènes); les semis ont été faits au moyen de petits fragments d'agar, aussi semblables que possible, empruntés à une culture sur milieu de Sabouraud au 1/50e gélose, âgée d'un mois environ et montrant de nombreuses gemmes.

Action de la glycérine sur les organes reproducteurs. — Sur le milieu témoin et jusqu'à 4 pour 100 de glycérine, l'*A. colorata* forme en quelques jours des oogones pourvus d'anthéridies et d'œufs. La dose de 5 pour 100 permet encore leur développement, mais avec un certain retard sur les cultures précédentes. Les oogones deviennent rares en présence de 6 pour 100 de glycérine; à 8 pour 100 et au-dessus, il ne s'en forme plus.

Morphoses dues à la glycérine. — Aux doses de 3 et 4 pour 100, les thalles de l'*A. colorata* offrent une légère tendance au renflement des extrémités de leurs rameaux grêles, au gonflement des filaments anthéridiaux, qui se ramifient en branches souvent onduleuses et parfois vésiculeuses, ainsi qu'à l'hypertrophie des pédoncules oogoniaux; parfois les oosphères ne s'individualisent qu'imparfaitement, demeurent confluentes et fournissent des œufs de forme irrégulière.

Déjà aux doses inférieures à 3 pour 100, s'observent les manifestations atténuées des premiers des phénomènes précédents; ils s'accusent aux doses plus élevées.

En présence de 5 et 6 pour 100 de glycérine, les filaments sont noduleux, vésiculeux; les branches anthéridiales sont rameuses, tortueuses, noduleuses; souvent leur ramification s'exagère et leurs rameaux grêles entourent les oogones. Ceux-ci s'hypertrophient; leur diamètre, normalement de 50 à 60^{μ}, peut atteindre 110^{μ} à 6 pour 100; ces oogones volumineux ne forment pas d'œufs; ils avortent à un âge plus ou moins avancé. Au contact de l'agar, les filaments et les gemmes du semis ont produit des vésicules.

Ce phénomène s'exagère à la concentration de 8 pour 100 en glycérine; le thalle est alors surtout représenté par des vésicules irrégulières pouvant atteindre 300^{μ} de diamètre, capables de bourgeonner des vésicules semblables à elles ([1]), d'émettre autour d'elles des filaments noueux, plus ou moins variqueux, ou de former des filaments grêles portant bientôt de petites vésicules; l'ensemble évoque l'image des pommes de terre atteintes de boulage et de filosité.

A 10 pour 100 de glycérine, on observe encore de semblables vésicules, mais moins grosses que précédemment.

A partir de 12 pour 100, la dose inhibitrice du développement est atteinte.

Des phénomènes entièrement comparables aux précédents s'observent

---

([1]) Ce bourgeonnement comparable à celui des levures ne s'accompagne d'aucune fermentation du milieu.

avec les *A. conspicua* Coker et *flagellata* Coker. Notons que la première de ces espèces nous a montré, aux doses de 3 à 6 pour 100, la formation de pseudospores dans les filaments, dont le protoplasme se divise en fragments qui s'arrondissent et s'entourent d'une membrane, rappelant des spores au repos.

L'action de la glycérine à des doses modérées, inférieures à la dose mortelle (environ 25 pour 100), s'exerce donc, chez les Saprolégniées étudiées et dans les conditions de nos expériences, sur la *croissance* qui est ralentie (doses 5-10 pour 100), puis inhibée (environ de 12 pour 100) sur les *organes reproducteurs* dont la formation est retardée (5 pour 100) ou amoindrie (6 pour 100), puis supprimée (8 pour 100), enfin sur la *morphologie* du thalle; la glycérine provoque chez les Saprolégniées, au-dessous de la dose inhibitrice du développement, une intéressante série de morphoses qui sont l'expression d'une toxicité dont les symptômes sont variables avec les doses et comportent la ramification accusée des branches anthéridiales plus ou moins onduleuses et vésiculeuses, le renflement des pédoncules oogoniaux, l'hypertrophie et l'avortement des oogones, la formation d'œufs irréguliers, l'apparition du caractère noduleux des filaments végétatifs et la production de vésicules bourgeonnantes parfois volumineuses qui, aux doses élevées (8-10 pour 100), constituent la seule forme de végétation du Champignon.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le photogéotropisme des thalles pédonculaires et capitulaires des Marchantiées.* Note ([1]) de M. **Robert Douin**, présentée par M. Marin Molliard.

Les réactions tropistiques des Marchantiées ont déjà fait l'objet de nombreuses recherches (Mirbel, Pfeffer, Sachs, Czapek, Beauverie, Ulmo, etc.); mais celles-ci ont presque exclusivement porté sur les thalles végétatifs et non sur les thalles différenciés et coalescents qui forment les carpophores et leur pédoncule. Toutefois, d'après Sachs, les pédoncules des chapeaux des *Marchantia* sont parallélogéotropes, et s'ils sont éclairés obliquement, ils s'orientent à peu près parallèlement à la direction de la lumière par suite de leur sensibilité phototropique relativement plus grande.

L'orientation de croissance de ces organes est en effet déterminée par

---

([1]) Séance du 6 janvier 1936.

l'action de la pesanteur et de la lumière, mais dans quelle mesure interviennent ces deux facteurs? Les expériences relatées ci-dessous ont été faites sur le *Reboulia hemisphærica* et le *Marchantia polymorpha* dans le but d'élucider cette question. Elles ont toutes été effectuées à la température du laboratoire et en atmosphère saturée.

I. *Expériences à la lumière.* — Ces expériences ont résidé dans des retournements successifs, à intervalles réguliers, de groupes de thalles porteurs de carpophores bien formés. Les thalles sont renversés, afin d'éviter la rupture des pédoncules, sur une touffe lâche d'Hypnacée formant support. Les pédoncules se courbent et les carpophores, qui retrouvent ainsi leur position primitive, arrivent au contact même de la face dorsale des thalles retournés; toutefois ceux des bords de la masse des thalles, qui ne sont pas retenus, s'élèvent au-dessus d'eux. Les thalles végétatifs sont alors replacés dans leur position normale et, de ce fait, ce sont les thalles capitulaires qui occupent une position renversée. Une nouvelle courbure du pédoncule se produit alors à quelque distance de la première, près des carpophores qui reprennent ainsi la position normale. Les pédoncules s'allongent pour élever les capitules au-dessus des thalles végétatifs. Deux autres retournements successifs, puis plus tard deux autres encore, provoquent quatre courbures, et l'on constate que régulièrement les pédoncules subissent une élongation qui compense en quelque sorte la perte de longueur due à la courbure et ramène les capitules à une hauteur déterminée. Cette faculté d'allongement est si considérable que les pédoncules finissent par atteindre environ le triple de leur longueur habituelle. Quant au mécanisme même des mouvements des pédoncules, l'étude anatomique des organes, qui est en cours, nous permettra sans doute d'en fixer les modalités.

II. *Expériences à l'obscurité.* — De même que dans les expériences précédentes, les thalles pourvus de capitules sont retournés, les capitules sont donc pendants. Au bout de quelques jours, on observe une courbure géotropique négative des pédoncules ramenant les capitules dans leur position première, et la courbure est accompagnée d'un allongement. Puis les thalles sont retournés de nouveau : ils sont alors dans la position normale, face dorsale en dessus, tandis que les capitules se trouvent renversés. Aucune autre courbure ne se produit à l'obscurité, mais si l'on continue l'expérience à la lumière, la courbure a lieu, ramenant les capitules dans leur position naturelle. L'absence de mouvement à l'obscurité doit être

rapportée à un arrêt de la croissance en relation avec la suppression de la photosynthèse et les troubles de nutrition consécutifs.

Il eût été utile de contrôler ces résultats en éliminant l'action de la pesanteur, ce que je n'ai pu faire faute de clinostat, mais dans une autre série d'expériences, j'ai réussi à inverser le sens du géotropisme des pédoncules.

III. *Inversion du géotropisme des thalles pédonculaires.* — Des thalles porteurs de carpophores sont disposés dans une position renversée dans le haut d'une cloche entourée de papier noir et placée sur une plaque de verre très surélevée de façon à ce que l'intérieur de la cloche soit éclairé par en dessous. Les carpophores restent dans la position où ils ont été mis; les pédoncules présentent un géotropisme positif, inverse de leur géotropisme dans les conditions naturelles.

Une expérience de contrôle a consisté à répéter celle-ci en plaçant les thalles porteurs de capitules dans leur position normale. Les thalles reçoivent alors la lumière sur leur face inférieure : on constate dans ces conditions une courbure des pédoncules qui replace les capitules dans une position telle que leur face supérieure soit perpendiculaire à la direction des rayons lumineux.

IV. *Conclusions.* — Le thalle pédonculaire (*Reboulia*) ou les deux thalles pédonculaires soudés (*Marchantia*), normalement orthotropes ainsi que l'on sait, sont doués d'un géotropisme négatif et la pesanteur seule suffit à déterminer leur direction (expériences à l'obscurité). Par contre, les thalles capitulaires, plagiotropes comme les thalles végétatifs, ont surtout une grande sensibilité phototropique. C'est en définitive le facteur lumière qui conditionne l'orientation de l'ensemble de l'appareil, car la sensibilité phototropique des thalles capitulaires est si considérable qu'il suffit d'une intensité lumineuse très faible, que nous nous proposons de mesurer pour inverser la direction de croissance des thalles pédonculaires qui, eux, paraissent surtout doués de sensibilité géotropique alors que leur sensibilité à la lumière est très réduite, contrairement à l'opinion de Sachs.

Pfeffer (*Physiologie végétale*, traduction Friedel t. 2, p. 547) a émis l'opinion que la dorsiventralité pouvait favoriser ou même causer l'orientation plagiotrope. Or, la dorsiventralité des thalles pédonculaires est précisément très atténuée, tandis que celle des thalles qui constituent les capitules proprement dits est au contraire très accentuée.

L'observation des Marchantiées dans la nature vient à l'appui de nos

conclusions. Sur les talus ou dans les anfractuosités des rochers, les capitules s'orientent toujours perpendiculairement à la direction des rayons lumineux, déterminant une direction oblique des pédoncules par rapport à celle de la pesanteur.

ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — *Mensurations thermiques dans le champ de la diathermie par ondes courtes.* Note (1) de MM. **Albert Bessemans**, **Arend Rutgers** et **Émile Van Thielen**, transmise par M. Hyacinthe Vincent.

Après avoir insisté sur l'importance de la mensuration des températures tissulaires au cours des applications biologiques de l'hyperpyrexie (2), l'un de nous (Bessemans), seul ou avec Van Houteghem, a montré que ce procédé constitue un critérium sûr, qui permet de reconnaître avec précision la part du facteur thermique dans l'action de la chaleur *in vivo*, notamment d'élucider le mécanisme de la pyrétothérapie antisyphilitique (3), de déterminer les tolérances des organes à l'égard du chauffage diathermique (4) et de choisir judicieusement, dans certains cas, les meilleures techniques de diathermie par ondes moyennes (5). Toutefois, *dans le champ des ondes courtes*, et sans parler des étincelles qui peuvent jaillir aux pointes, les thermomètres ordinaires et les couples thermoélectriques deviennent le siège d'une production de calorique, à telle enseigne que, pour qu'ils puissent servir utilement à la mensuration, il faut momentanément couper ou détourner le courant. C'est pourquoi nous nous sommes demandés dans quelles circonstances cet inconvénient se produit, et s'il n'y a pas d'instruments qui lui échappent.

Nous avons utilisé d'une part un condensateur chargé d'une tension alternative de haute fréquence, d'environ 18^{m} de longueur d'onde; d'autre

(1) Séance du 6 janvier 1936.

(2) A. Bessemans, *C. R. Soc. Biol.*, **112**, séance belge du 25 février 1933, p. 1250; *C. R., Premier Congrès français de Thérapeutique*, **2**, Paris, octobre 1933, p. 103 et 368.

(3) A. Bessemans, *Congrès français de Médecine*, **4**, 23e session, Québec, 1934, p. 187.

(4) A. Bessemans et L. Van Houteghem, *Bruxelles-Médical*, **43**, 27 août 1933, p. 1226.

(5) A. Bessemans et L. Van Houteghem, *Bruxelles-Médical*, **47**, 23 septembre 1934, p. 1497; *Ann. méd. phys. et physio-biol.*, **28**, VII, 1935, p. 151.

part, un câble métallique bien isolé, parcouru par un courant alternatif de haute fréquence, d'environ 25^m de longeur d'onde, deux dispositifs que, pour la commodité de l'exposé, nous appellerons respectivement *électrique* et *magnétique*. Nous inspirant ensuite de l'idée que, dans le champ diathermique de l'un et l'autre de cet appareillage, les isolants sont théoriquement soustraits à l'échauffement [1], nous avons fait construire des thermomètres en verre, les uns remplis *d'alcool à* 96 *pour* 100 *teinté au bleu de méthylène*, les autres de *benzène chimiquement pur*, *coloré au rouge de méthyle*. Ces instruments ont été soumis dans l'espace, dans des conditions expérimentales variables, en même temps que des *thermomètres à mercure* et des *couples thermo-électriques*, aux ondes courtes de notre condensateur et à celles de notre dispositif magnétique.

Les thermomètres à mercure et les couples thermo-électriques ne convinrent que dans le champ électrique [2] (exception faite pour les cas où les couples thermo-électriques produisirent des étincelles). Par contre, nos thermomètres à benzène donnèrent satisfaction aussi bien dans le champ magnétique que dans l'autre. Nos thermomètres à alcool ne se montrèrent utilisables que dans le champ magnétique [3].

Il nous est apparu, au surplus, que, placés entre les plaques du condensateur de l'appareil électrique, nos thermomètres à alcool non seulement montèrent vite, mais encore plus ou moins rapidement selon la direction de l'axe de leur réservoir : ainsi, l'ascension fut quelques dizaines de fois plus notable pour une direction de cet axe parallèle aux lignes de forces

---

(1) On sait en effet que, d'une part, entre les plaques du condensateur du premier dispositif, tout objet, doué d'une certaine conductibilité électrique (spécifique d'ailleurs pour chaque fréquence du champ alternant), subit l'influence des courants électriques alternatifs rectilignes, sources de son échauffement d'après la loi de Joule; que, d'autre part, tout bon conducteur, placé dans le voisinage immédiat du câble du second dispositif, est traversé par des lignes de force « magnétiques » qui alternent de sens avec la même fréquence que le courant qui les engendre, cependant que, suivant la théorie de Maxwell, ces dernières donnent naissance à des courants électriques alternatifs circulaires. Dans ce cas aussi, l'objet s'échauffe, mais d'autant plus rapidement que sa conductibilité est plus grande.

(2) C'est ainsi que les thermomètres à mercure ont monté en une demi-minute de 20°C. à 30°C. lorsqu'ils ont été placés dans l'espace délimité par un câble enroulé en forme de solénoïde, et à travers lequel passait un courant alternatif de haute fréquence d'environ 12 millions n (fréquence par seconde).

(3) Nous avons observé également que *l'huile de paraffine* peut utilement remplacer le benzène.

électriques (10°C. en 10 secondes) que pour une direction perpendiculaire (10°C. en 4 minutes).

L'emploi d'instruments de mesure sensibles nous a permis enfin de constater que, dans le champ électrique, le verre de leur paroi ou de leur gaine devenait aussi la source d'un développement de chaleur, ce qui nous a conduits à de nouveaux essais analogues aux précédents, mais institués à l'aide de thermomètres à parois en quartz et de couples thermo-électriques avec gaines en quartz. Ces nouvelles tentatives nous ont démontré que *les thermomètres en quartz et remplis au benzène répondent à toutes les exigences : ils ne réagissent aucunement à l'action directe de la diathermie par ondes courtes*, qu'elle soit de nature primairement électrique ou primairement magnétique [*loc. cit.*, p. 158 ([3])]. En d'autres termes, ces instruments, auxquels on pourra donner telle forme et telles dimensions que requiert leur destination ([1]), se prêtent fort bien aux mensurations thermiques dans le champ de la diathermie par ondes courtes.

BIOLOGIE. — *La rétine des Oiseaux diurnes et la théorie de la dualité de la vision.* Note de Mlle **Marie-Louise Verrier**, présentée par M. Louis Bouvier.

Schultze ([2]), en 1866, décrit chez les Oiseaux diurnes et tout spécialement chez le Pigeon, deux sortes de cellules visuelles, les cônes et les bâtonnets, avec une prédominance très marquée des premiers sur les seconds. Parinaud ([3]), en 1898, confirme les vues de Schultze et parfois même les exagère, affirmant que la rétine des Oiseaux diurnes « est privée de bâtonnets ». Von Kries ([4]) adopte les conclusions de Schultze. Se fondant sur

([1]) Par exemple, pour la diathermie générale par ondes courtes chez l'homme, il sera recommandable de construire un tel thermomètre, recourbé au besoin et suffisamment grand pour que la lecture du degré thermique puisse se faire à distance. De même, on peut appliquer nos données à la construction d'un *Tiefenthermometer* de Zondek (A. Bessemans, Fr. De Potter et R. Hacquaert, *Rev. belge des Sciences médicales*, 1, n° 6, juin 1929, p. 496), utilisable dans le champ des ondes courtes : il suffit de remplacer le mercure par du benzène ou par de l'huile de paraffine, chimiquement purs et convenablement teintés et, par du quartz, le verre de la paroi ainsi que le métal de la gaine.

([2]) Schultze, *Archiv. f. microsk. Anat.*, 2, 1866, p. 175.

([3]) Parinaud, *La vision*, Paris, 1898, p. 66.

([4]) Von Kries, *Zeitschrift f. Psychologie*, 9, 1895, p. 81; *Archiv. f. ophtalm.*, 62, 1896, p. 95.

elles, Parinaud et Von Kries élaborent une théorie de la dualité morphologique et fonctionnelle des cellules visuelles, théorie qui fut longtemps adoptée sans examen. Les cônes, parce que prédominants chez les animaux diurnes (Oiseaux et Reptiles principalement) seraient les organes de la vision en milieux éclairés et de la sensibilité chromatique. Les bâtonnets, plus nombreux que les cônes chez les individus nocturnes, seraient les organes de la vision en lumière diffuse et de la sensibilité lumineuse.

J'ai déjà eu l'occasion de dire que cette théorie ne s'accorde guère avec ce que nous savons des Reptiles et des Poissons ([1]). Le cas des oiseaux diurnes, particulièrement démonstratifs aux dires des partisans de la théorie dualiste, mérite aussi de retenir l'attention, et demande de nouvelles observations.

J'ai étudié les cellules visuelles des rétines de 14 oiseaux diurnes ([2]). Je ne puis entrer ici dans l'étude comparée et détaillée de ces rétines. Cette étude fera l'objet d'un prochain Mémoire. Ces rétines présentent de nombreux caractères communs très importants et des différences secondaires. Il suffit donc, pour les connaitre dans leur ensemble, de décrire deux d'entre elles, celle de la Tourterelle *Streptopelia risoria* L. et du Pigeon, *Columba palumbus* L., par exemple. Pour la commodité de l'étude, je distinguerai trois régions principales : la région fovéale, la zone périfovéale qui forme autour de la fovea une couronne de 4^{mm} environ de largeur, enfin, la rétine périphérique qui s'étend du bord externe de la couronne périfovéale à l'ora serrata.

1° *La fovea.* — Les cellules visuelles y sont toutes du même type : ce sont des éléments allongés (hauteur totale 150^{μ}). Le segment externe, très long et très mince, comprend le tiers environ de la hauteur totale de la cellule; il surmonte une boule colorée jaune ou rouge. L'ellipsoïde, à peine plus long, se renfle légèrement au niveau de son tiers supérieur. Le myoïde n'est qu'un mince filament.

2° *Régions périfovéales.* — On peut y distinguer trois sortes d'éléments visuels :

a. Les uns porteurs de gouttes huileuses entre les segments internes et

---

([1]) M. L. Verrier, *Bull. biologique France-Belgique*, suppl. XX, 1935, p. 1-140.

([2]) *Accipiter nisus* L., *Corvus corone* L., *Phasianus colchicus* L., *Gallus domesticus*, L., *Passer domesticus* L., *Columba palumbus* L., *Streptopelia risoria* L., *Turdus musicus* L., *Turdus merula* L., *Accentor modularis* L., *Parus carulens* L., *Orites caudatus* L., *Pica caudata* L., *Sturnus vulgaris* L.

externes rappellent les cellules visuelles de la fovea. Ils sont cependant plus courts et moins grêles. Leur hauteur totale est de 100$^{\mu}$, celle du segment externe de 10$^{\mu}$, celle de l'ellipsoïde de 20$^{\mu}$.

b. A côté de ces éléments, et alternant à peu près régulièrement avec eux d'autres existent, près de deux fois plus hauts (longueur totale : 200$^{\mu}$), à segment externe cylindrique et d'une longueur égale à la moitié de l'élément tout entier. Ce segment surmonte sans interposition de goutte huileuse un ellipsoïde globuleux; le myoïde est très long et très mince. Cet ensemble de caractères rapproche ces cellules du type classique de la cellule à bâtonnets de nombreux Mammifères et Téléostéens.

c. Enfin on peut distinguer une troisième sorte d'éléments qui deviennent de plus en plus nombreux et de plus en plus volumineux à mesure que l'on s'éloigne de la fovea. Ils sont caractérisés par un segment externe en forme de cône près de la fovea, dont l'extrémité distale s'allonge, s'épaissit et devient peu à peu cylindrique à mesure que l'on s'éloigne de la fovea. Un ellipsoïde très réduit surmonte un volumineux paraboloïde qui occupe la moitié de la hauteur totale de la cellule, celle-ci pouvant atteindre 50$^{\mu}$ environ. De telles cellules sont comparables aux bâtonnets typiques des Batraciens.

3° *Régions périphériques*. — Les cellules visuelles y sont de deux sortes :

a. Des cellules à gouttes huileuses jaunes et rouges comparables à celles des régions périfovéales.

b. Des cellules à segment externe cylindrique et trapu, à paraboloïde volumineux, comme chez les bâtonnets de Batraciens. Ces deux sortes d'éléments ont la même hauteur. Ils alternent à peu près régulièrement.

Il résulte de ces observations que les rétines étudiées ne renferment de cellules voisines du type classique des cellules à cône (et principalement à cause de la présence de gouttes huileuses) que sur une étendue très limitée, celle de la fovea. Dans la presque totalité de la rétine ces cellules alternent avec d'autres éléments comparables à des bâtonnets typiques, sans marquer une prédominance en accord avec les conclusions de Schultze. On ne saurait donc suivre Parinaud, von Kries et leurs élèves et voir dans la rétine des Oiseaux diurnes une des bases de la théorie dualiste. Ces conclusions s'ajoutent à celles que j'ai déjà formulées quant aux rapports de cette même théorie et de la rétine de divers autres Vertébrés (Poissons et Reptiles notamment).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La concentration de l'aliment, facteur quantitatif de l'accroissement des populations d'Infusoires.* Note de MM. **Jacques Monod** et **Georges Tessier**, présentée par M. Charles Pérez.

Lorsqu'on oriente l'étude de la croissance globale d'un organisme ou d'une population cellulaire vers la recherche des lois élémentaires du phénomène, on est conduit à chercher une relation quantitative entre le taux d'accroissement de la collectivité cellulaire étudiée et la quantité d'aliment dont dispose, à chaque instant, cette dernière. On a souvent supposé que ces deux grandeurs étaient proportionnelles et cette hypothèse a pu être vérifiée directement dans quelques cas particuliers, croissance de l'embryon de Truite (Gray), croissance résiduelle des cultures de fibroblastes (Ephrussi et Teissier), croissance des plantules de Melon (Chouard et Teissier). Mais si l'expérience montre que cette relation simple est acceptable, au moins en première approximation, lorsque la nutrition se fait essentiellement aux dépens de réserves, comme dans les exemples que nous venons de citer, il n'en est pas de même lorsque la nutrition est exogène et que, par conséquent, la quantité d'aliment disponible est complètement indépendante des caractéristiques physiologiques de l'organisme ou de la population cellulaire étudiés.

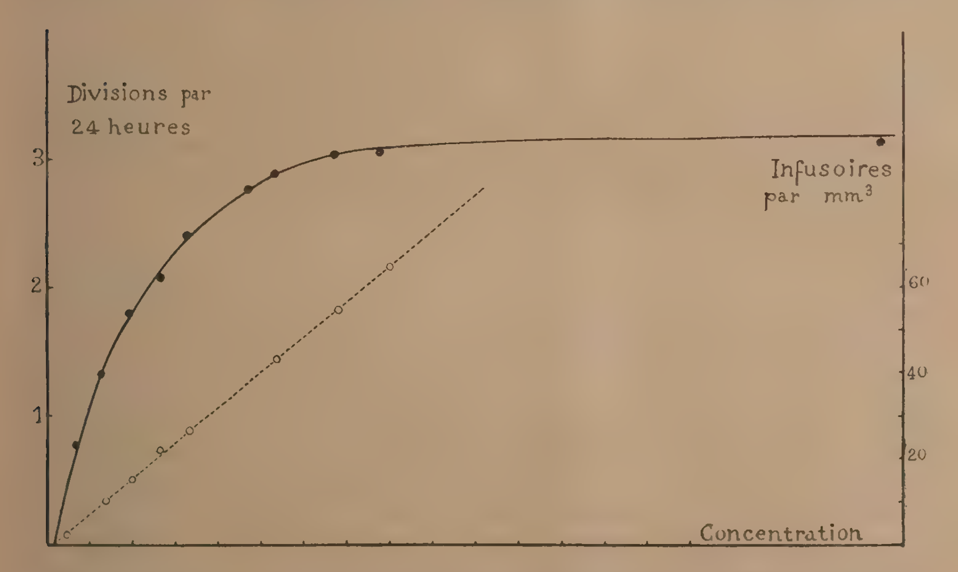
Les résultats de l'étude de la multiplication des *Glaucoma piriformis* que vient de faire l'un de nous [1] ont une régularité suffisante pour qu'on puisse tenter de formuler une relation entre le taux de multiplication cellulaire et la quantité d'aliment disponible, dans un cas où l'on peut faire varier cette dernière dans de très larges limites. Le taux de multiplication, qui caractérise la *phase exponentielle* par laquelle débute toute culture, augmente avec la concentration en aliment, tant que celle-ci est faible, mais atteint, dans les milieux très nutritifs, une valeur maxima indépendante de la concentration. Les deux milieux, très différents l'un de l'autre, dont il a été fait usage, ont conduit au même maximum, soit 3,2 divisions par 24 heures, à la température de 24°.

Il est facile de donner une interprétation quantitative de ces faits sans avoir besoin d'invoquer aucun mécanisme particulier pour la nutrition des

---

(1) J. Monod, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 1513.

Infusoires étudiés. Il est raisonnable d'admettre qu'il est plus difficile d'extraire une même quantité d'aliment d'un milieu dilué que d'un milieu plus concentré. Au-dessous d'une certaine concentration, un Infusoire ne peut, ni absorber autant d'aliment qu'il le ferait dans un milieu plus riche, ni par conséquent, synthétiser autant de protoplasme qu'il le ferait si les conditions de nutrition étaient meilleures. Tout accroissement de la concentration de ce milieu trop dilué, facilitant le travail d'assimilation, augmente par là même le taux de multiplication. Il est *a priori* très vraisemblable que cette augmentation est d'autant plus marquée, pour l'adjonction d'une même quantité d'aliment, que le taux de multiplication est lui même plus éloigné de son maximum. Plus précisément, on peut supposer que *la variation du taux de multiplication est proportionnelle à la fois à la variation de concentration et à l'écart entre le taux maximum et le taux actuel.* Cette hypothèse conduit à représenter la relation cherchée par l'arc asymptotique d'une courbe exponentielle. La figure ci-dessous (Infusoires dans un bouillon de foie de veau) et celle qui a été donnée dans la Note de J. Monod (Infusoires dans une solution de peptone), montrent la qualité d'un tel ajustement.



Un deuxième fait mis en évidence par les expériences de Monod est que, pour chacun des deux milieux utilisés le nombre maximum d'Infusoires par millimètre cube est une fonction linéaire de la concentration initiale en aliment (droite en trait interrompu de la figure). Cette constatation

s'interprète en admettant que *la quantité d'aliment utilisée par un individu entre la fin d'une division et la fin de la division suivante est indépendante du temps qui s'est écoulé entre ces deux événements*, à condition que la variation de cette durée ne puisse être imputée qu'à la variation de la concentration du milieu en aliment Cette hypothèse qui revient à supposer que le rendement de la croissance est constant, est identique à celle qui a déjà permis d'interpréter les modalités des croissances simples dont nous avons fait mention tout à l'heure.

Les deux schémas qui viennent d'être proposés et qui ont été suggérés par la comparaison du comportement de cultures différentes, au début de la croissance de la population d'une part, lorsque celle-ci est arrêtée d'autre part, se rapportent à deux catégories distinctes de phénomènes et sont indépendantes l'une de l'autre. Nous montrerons ailleurs qu'en les combinant on peut obtenir un troisième schéma qui rend compte de l'évolution individuelle des différentes populations entre l'instant où la culture débute par un petit nombre d'individus et celui où le nombre des Infusoires est le plus grand.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Obtention d'un chimiovaccin permettant de créer chez le lapin une immunité très manifeste vis-à-vis de l'infection tuberculeuse*. Note de MM. **Michel Machebœuf** et **Joseph Dieryck**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons déjà (1) pu extraire des Bacilles tuberculeux tués par la chaleur l'haptène fixateur lipoïdique; cet haptène purifié est très actif *in vitro*, mais il n'est pas antigène, il ne provoque pas, par injection à l'animal, la formation d'anticorps. Dans les bacilles, cet haptène se trouve par contre uni sous forme d'antigène complet à des protéides ou à d'autres biocolloïdes ; car l'injection de petites quantités de bacilles tués fait apparaître une sensibilisatrice spécifique de l'haptène lipoïdique. Les bacilles simplement tués par la chaleur ne sont pas utilisables comme vaccin chez le lapin, ils sont toxiques et les doses que l'on peut en injecter ne permettent pas l'établissement d'une immunité très solide.

En étudiant (2) la constitution chimique de bacilles non chauffés, nous

---

(1) M.-A. Machebœuf, G. Lévy et M. Faure, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1547.

(2) Machebœuf, J. Dieryck et R. Stoop, *Ann. Inst. Pasteur*, 54, 1935, p. 71.

avons mis au point une technique permettant de traiter directement par des solvants, à froid et dans le vide, des bacilles fraîchement récoltés. Nous avons pu ainsi, par des solvants neutres et non alcooliques, enlever : 1° par l'eau, les substances du milieu de culture qui imprègnent les bacilles vivants; 2° par l'acétone purifiée, de nombreuses substances lipidiques et glucidiques dont certaines sont responsables en partie de la toxicité des bacilles morts; 3° par l'éther, des substances lipidiques complexes. Parmi toutes les substances ainsi extraites, on ne rencontre pas l'haptène lipoïdique qui reste dans les résidus bacillaires. Cet haptène, lorsqu'il est purifié, est cependant soluble dans l'éther et le fait qu'il reste dans les résidus bacillaires épuisés par l'acétone et par l'éther permet de supposer qu'il y est uni à des protéides en des complexes assez stables. Nous avons pensé que ces complexes pouvaient être des antigènes complets et nous avons cherché à les extraire sans les dénaturer par la chaleur ou par un alcool. En épuisant les résidus bacillaires par de l'eau, nous avons obtenu des solutions aqueuses dont l'activité haptène (fixation et précipitation) est intense et dont l'activité antigénique est plus intense que nous n'avions osé l'espérer. Ces solutions ne sont pas toxiques pour l'animal sain et leur injection intraveineuse ou hypodermique fait naître chez le lapin des précipitines et des sensibilisatrices très actives.

Nous avons étudié aussi la toxicité et l'activité des résidus bacillaires eux-mêmes, épuisés par l'acétone et l'éther, mais non encore mis à macérer dans l'eau. Ces corps bacillaires furent mis en suspension dans de l'eau physiologique, puis injectés à des lapins, sous la peau, dans la veine ou dans le péritoine. Aucun phénomène toxique ne s'est manifesté chez l'animal sain et le taux des anticorps apparus fut extrêmement élevé. Pour juger si ce taux remarquable d'anticorps décelables *in vitro* était accompagné d'une immunité notable à l'infection tuberculeuse, nous avons ensuite infecté nos lapins par voie veineuse avec une souche bovine très virulente. Des témoins (10 lapins) non vaccinés ont été infectés en même temps dans des conditions identiques, ils sont tous morts en moins de 103 jours, la moyenne de survie après l'infection fut 90 jours. Tous les animaux vaccinés avaient reçu six injections de 1^{mg} de corps bacillaires préparés.

Les animaux vaccinés par voie intrapéritonéale ont survécu en moyenne 120 jours; ceux vaccinés par voie hypodermique ont survécu en moyenne 139 jours; ceux enfin qui avaient reçu le vaccin par voie veineuse vivent encore tous à l'heure actuelle (190 jours) et leur survie depuis l'infection

est déjà supérieure au double de la survie moyenne des témoins. L'un d'eux a été sacrifié le 180e jour, son autopsie a montré un foie et une rate sans lésions; les reins présentaient de petites lésions fibrocaséeuse; les poumons présentaient des lésions fibreuses et fibrocaséeuses non confluentes; parmi les ganglions, seuls étaient pris quelques trachéobronchiques. Le poids de cet animal était encore légèrement supérieur au poids qu'il avait lorsqu'il fut inoculé six mois auparavant. A titre comparatif, nous avons vacciné, par voie veineuse, des lapins avec les mêmes doses des mêmes bacilles simplement tués par la chaleur (70°), la survie moyenne à l'infection d'épreuve fut seulement de 107 jours. A poids égal donc, les bacilles traités par notre technique sont beaucoup plus actifs comme vaccin que les bacilles tués par la chaleur.

Chez l'animal tuberculeux avéré, l'injection hypodermique de notre vaccin produit une réaction locale intense.

Conclusions : en ne dénaturant pas par l'alcool ou par la chaleur ni par des réactifs acides ou alcalins, les complexes antigéniques des bacilles tuberculeux, on peut les laisser dans les corps microbiens tout en enlevant de nombreuses substances non antigéniques et nuisibles à l'établissement d'une bonne vaccination. Le « chimiovaccin » ainsi obtenu provoque l'apparition d'anticorps puissants et il est doué d'une très notable activité immunisante vis-à-vis de la tuberculose expérimentale du lapin.

BIOCHIMIE. — *A propos de la perméabilité de la cellule mammaire.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. Gustave Moussu.

Au cours de nos recherches antérieures sur la physiologie de la mamelle, chez les femelles domestiques [1], nous avons longuement insisté sur deux modalités de l'activité de la cellule mammaire, *activité trophique* et activité fonctionnelle. Il nous restait à examiner son rôle physique vis-à-vis des électrolytes apportés par la circulation, en particulier des chlorures, les plus diffusibles.

La perméabilité cellulaire, qui explique la filtration de ces sels minéraux dans le lait, a fait l'objet de très nombreuses recherches. Winter, en 1895, est allé d'ailleurs beaucoup plus loin en établissant que, le sérum sanguin et le lait étant équimoléculaires, le lactose dans ce dernier devrait se substituer

(1) Maurice Piettre, *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 1454 et 1551.

aux chlorures pour assurer une concentration moléculaire constante mesurée par la cryoscopie ($\Delta = -0°54$ à $-0°57$). C'était mettre sur le même plan deux faits essentiellement différents, l'un physiologique (élaboration intracellulaire du lactose), l'autre purement physique (filtration des chlorures). Certains résultats analytiques bruts ont paru confirmer ce balancement (Böggild), d'autres plus nombreux l'infirmer (Orla Jensen).

Dans cette Note, nous étudierons les variations du chlore dans les diverses conditions du fonctionnement mammaire.

Au cours des processus *pathologiques* (tuberculose, mammites purulentes) aboutissant progressivement à la destruction de l'épithélium glandulaire, les constituants du lait et spécialement le lactose diminuent pendant que la teneur en chlore augmente, et cette opposition est encore plus typique, comme nous l'avons montré autrefois sur une courbe suggestive, entre les phosphates alcalins et terreux et les chlorures, mais il n'y a pas compensation finaliste, seulement coïncidence. La sécrétion lactée se tarit, et les substances du sérum sanguin traversent en nature le filtre mammaire qui n'est plus étanche.

Sur le terrain *physiologique*, les observations sont plus intéressantes encore.

A. Chez les génisses primipares, quelques mois avant la parturition, il s'établit assez fréquemment dans les quartiers antérieurs une active sécrétion albumineuse *cire ou miel* ne contenant au début aucun constituant du lait. La teneur moyenne en chlorures oscille autour de $3^g,00$ pour 1000, bien inférieure à celle du sang. Par contre, assez souvent les quartiers postérieurs donnent un liquide à peine latescent, fortement salé (5,5 et plus de NaCl pour 1000 provenant du sérum par simple filtration).

Dans ce cas il y a donc complète indépendance entre le lactose et les chlorures.

B. En *cours de lactation*, les variations du chlore sont, on le sait, à peine sensibles, cependant si artificiellement on *diffère* la traite, le lait s'accumule dans la mamelle qui se gonfle démesurément, devient chaude et douloureuse, puis froide et presque insensible. Dans ces conditions le lait se modifie profondément par résorption de ses constituants organiques, caséine, lactose et surtout matières grasses (Ch. Porcher).

Nous avons fait une série d'analyses sur des laits de traite différée approximativement 2, 3 jours et même davantage, en recueillant à part le lait de chaque quartier, et en le fractionnant le plus souvent en trois portions à peu près égales (début de la mulsion, milieu et fin). Voici

quelques résultats qui permettent de comparer notamment les teneurs en lactose et en chlorures pour 100 :

		Extrait sec.	Caséine.	Matières grasses.	Lactose.	Centres.	Chlorures (en NaCl).
Hollandaise 26 h. environ	début de traite.	9,918	3,20	0,103	4,45	0,867	0,248
	fin	10,88	3,58	1,45	4,40	0,841	0,241
Charollaise 32 h. environ	début	7,77	3,18	0,08	1,27	0,878	0,517
	milieu	11,04	3,88	0,27	4,11	1,027	0,28
	fin	10,46	3,94	0,23	3,42	1,047	0,32
Normande 35 h. environ	début	9,75	3,23	0,17	3,60	0,95	0,33
	fin	9,89	3,43	0,247	3,68	0,967	0,313
Hollandaise 40 h. environ	début	7,84	2,04	0,29	3,35	0,83	0,317
Limousine 47 h. environ	début	7,47	2,25	1,43	1,92	0,76	0,42
Hollandaise 50 h. environ	milieu	6,76	2,04	0,30	2,68	0,67	0,39
Normande 67 h. environ	milieu	3,81	1,59	0,15	0,87	0,726	0,57

C. *En fin de lactation*, l'activité mammaire s'atténue, le lait devient moins riche et les chlorures augmentent fortement (laits dits salés).

Sans atteindre ces modifications, nous avons expérimenté sur une chèvre donnant un lait absolument normal, mais en faible quantité (150$^{cm^3}$ au lieu de 700$^{cm^3}$ en pleine lactation). On provoque, comme plus haut mais sans réaction douloureuse et avec une augmentation de lait relativement faible, la traite *différée* pendant 5, 6 ou 7 jours séparés par 3 jours de mulsion quotidienne :

		Extrait sec.	Caséine.	Matières grasses.	Lactose.	Centres.	NaCl.
Lait initial		11,78	3,57	3,75	3,90	0,82	0,198
Traite différée 5 jours	mamelle droite	11,83	2,99	4,33	2,17	0,958	0,479
	» gauche	12,73	3,79	3,59	1,92	0,89	0,39
Après 6 jours	mamelle droite	13,57	3,36	4,38	3,58	0,79	0,339
	» gauche	13,05	3,09	3,98	3,48	0,835	0,33
Après 7 jours	mamelle droite	13,42	3,63	4,44	3,58	0,745	0,38
	» gauche	13,39	3,86	3,25	3,61	0,835	0,389

Conclusion. — Ces recherches établissent : 1° l'indépendance de la sécrétion lactée (fonction physiologique) et de la filtration physique des

chlorures; 2° l'*accumulation* de ces chlorures jusqu'à l'équilibre avec le sérum sanguin (cas général pour toutes les sécrétions) faisant écarter la conception d'une compensation entre lactose et chlorures.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur l'action bactéricide du mercure.* Note de MM. **Marcel Lisbonne** et **Raymond Seigneurin**, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

Depuis la thèse de Raulin (1870) et le travail de Naegeli (1893) de nombreuses recherches ont été effectuées sur l'action *oligodynamique* des métaux tels que le cuivre, l'argent, l'or (H. Vincent, Kling, Lasseur). Notre attention a été appelée sur l'action très puissante du mercure, qui, à notre connaissance, n'a pas encore été étudiée.

Nos expériences ont porté sur la stérilisation de suspensions dans l'eau de *B. coli*, B. typhique, vibrion cholérique, *Brucella abortus*. Nous n'avons pas, pour le moment, étudié la courbe de la destruction progressive des microbes sous l'influence de ce métal : nous nous sommes bornés à noter le temps maximum nécessaire à la stérilisation complète de la suspension bactérienne, contrôlée par un large ensemencement sur les milieux appropriés.

I. Des eaux de source, de rivière, de puits, renfermant naturellement plus de 10000 *B. coli* par litre, se montrent stériles quelques heures après qu'on les a abandonnées à la température du laboratoire, en présence de mercure sous sa forme métal.

Le même résultat s'observe quand on expérimente sur des suspensions très riches en *B. coli* dans l'eau distillée, l'eau naturelle ou l'eau salée, stérilisées au préalable ou non.

La vitesse de stérilisation dépend d'une part de la quantité et de la surface du mercure utilisé, d'autre part de la nature des microbes et de leur nombre.

Le tableau suivant montre quelques résultats obtenus en faisant agir 1^{cm^3} de mercure sur 1000^{cm^3} de suspension microbienne.

Microbes.	Densité microbienne par centimètre cube.	Temps maximum de stérilisation.
B. coli	2.10^{9}	72 heures
Staphylocoques	2.10[illegible]	72 »
Staphylocoques	$2,2.10^{6}$	36 »
Brucella abortus	$1,5.10^{6}$	24 »
Vibrions cholériques	10^{9}	24 »

La stérilisation se produit également mais après un temps bien plus considérable, pour des proportions de mercure moindres, de l'ordre, dans quelques expériences, de 1^{cm^3} pour 2^{m^3} de suspension.

II. Comme le fait a été démontré pour l'argent, la suspension microbienne, une fois stérilisée et séparée du mercure, jouit de propriétés bactéricides pendant plusieurs heures, même après ébullition prolongée.

III. *L'eau distillée* (à l'exclusion de l'eau ordinaire et de l'eau salée) acquiert, après 36 heures de contact préalable avec du mercure, une propriété bactéricide puissante qui persiste, elle aussi, après ébullition. Le pouvoir stérilisant de l'eau ainsi *mercurialisée* paraît être plus intense que celui du mercure lui-même.

IV. Comme pour les autres métaux étudiés, il est très difficile, dans l'état de nos connaissances, de savoir comment agit le mercure. Se dissout-il dans l'eau, et sous cette forme (peut-être colloïdale), ainsi que le pense Boutaric au sujet de l'argent, jouit-il d'une propriété bactéricide intense ? Ou bien cette action oligodynamique, la tient-il de sels mercuriels qui pourraient éventuellement se former dans l'eau ?

Cette dernière hypothèse est peu plausible : le mercure récemment distillé, lavé et filtré, est aussi bien bactéricide pour les suspensions de microbes dans l'huile de vaseline que dans l'eau ; son action s'exerce aussi bien en milieu neutre qu'alcalin ou acide. En l'absence d'oxygène (suspensions microbiennes dans le vide, sous une atmosphère de vapeur d'eau, ou même d'hydrogène comprimé), on note un retard appréciable de l'action bactéricide qui finit cependant par être totale. Il paraît peu probable qu'il se forme dans ces conditions un sel mercuriel aux dépens d'un anion oxydrile ou autre.

L'eau traitée par le mercure contient cependant des traces de ce métal à l'état de cation, ainsi que l'a constaté à notre demande Mlle Cauquil, sans qu'on puisse autrement préciser son état.

L'action du mercure s'exerce aussi à travers des membranes de collodion disposées pour permettre la dialyse.

V. Il est intéressant de constater que si, sous cette forme, le mercure est doué de propriétés abiotiques puissantes pour les microbes, il est, par contre, inoffensif pour des êtres vivants supérieurs. Alors que des cyprins, des gambusias, placés, dans une solution de sublimé au millionième, y meurent 15 à 20 jours après, ils vivent normalement dans des bocaux dont le fond est occupé par une quantité considérable de mercure.

Bien mieux, l'introduction de quelques grammes de mercure dans le

péritoine de cobayes ne détermine chez eux aucun symptôme d'intoxication ou d'intolérance.

Ces faits nous ont conduits à des tentatives de chimiothérapie mercurielle en même temps qu'à des essais de stérilisation pratique des eaux par ce métal.

IMMUNOLOGIE. — *Immunité antidiphtérique par l'anatoxine et dystrophie irréversible par déséquilibre alimentaire.* (*Avitaminose C*). Note de MM. **Georges Mouriquand**, **Paul Sédallian** et **André Coeur**, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

L'étude du scorbut expérimental permet, comme nous l'avons montré, de distinguer deux phases de la maladie : une *phase eutrophique*, au cours de laquelle évoluent les signes de carence (ostéo-hémorragiques) sans atteindre l'état général (prise de poids); une *phase dystrophique*, qui commence suivant l'âge du sujet vers le 22 ou 24ᵉ jour, caractérisée par l'inappétence et la cachexie progressive aboutissant à la mort.

Par rapport à l'action *spécifique* de l'acide ascorbique, ces deux phases se comportent de façon différente.

A la phase eutrophique, l'acide ascorbique fait rapidement disparaître la dystrophie par carence *pure*. La phase dystrophique peut, du point de vue de cette action, être divisée en deux stades. Le premier va de l'installation de l'inappétence jusqu'à l'apparition d'une diarrhée à peu près constante. A ce stade, l'acide ascorbique guérit rapidement les signes scorbutiques, réveille l'appétit qui permet la reprise de poids et la guérison de la dystrophie générale (par sous-alimentation) surajoutée à la dystrophie par carence. Nous sommes donc encore à la période curable, réversible de la maladie.

A partir du moment où s'installe la diarrhée, on observe une véritable dissociation entre la dystrophie par carence qui guérit encore sous l'action de l'acide ascorbique, et la dystrophie générale surajoutée qui continue, sans être le plus souvent influencée par la médication « spécifique », son évolution vers la cachexie et la mort.

Cette phase semble présenter un intérêt particulier au point de vue biologique. Tout s'y passe comme si l'organisme, ses éléments cellulaires étaient en « état de mort fonctionnelle » déterminant l'irréversibilité de la dystrophie.

Nous nous sommes demandé ce que devenait, au stade eutrophique et au stade dystrophique irréversible, l'immunité acquise par trois injections d'anatoxine de Ramon.

Au stade eutrophique, l'immunité acquise demeure. L'organisme reçoit sans dommage 40 doses mortelles de toxine diphtérique (tuant les témoins non vaccinés carencés ou non, en 18 ou 20 heures). L'expérience a porté sur 7 cobayes carencés et vaccinés et un nombre égal de témoins.)

Mais il était plus important encore de se rendre compte si un organisme atteint de dystrophie irréversible conservait l'immunité acquise grâce à la vaccination par l'anatoxine.

Or les injections de 40 doses mortelles de toxine diphtérique ne changent en rien l'évolution naturelle de la dystrophie. (L'expérience a porté sur 16 cobayes et un nombre égal de témoins.)

Ces organismes restent absolument insensibles à l'action de la toxine diphtérique. L'immunité acquise persiste dans leurs éléments voués à une « mort » prochaine et assez troublés dans leurs fonctions pour qu'une médication strictement « spécifique » n'ait plus d'action sur eux.

Ces faits montrent à quel point l'immunité antidiphtérique, ainsi obtenue est profonde, résistante aux plus graves déséquilibres cellulaires et dans un certain sens, elle aussi, irréversible.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Longue persistance de l'immunité conférée par la vaccination de la fièvre jaune.* Note de MM. **J. Laigret** et **E. Bonneau**, présentée par M. Félix Mesnil.

Nous pratiquons couramment l'épreuve de la séroprotection avec le sang des sujets qui reçoivent la vaccination antiamarile, dont l'un de nous a inauguré l'application, il y a dix-huit mois, en Afrique Occidentale [1]. Nos collègues de l'Institut Pasteur de Dakar réunissent, de leur côté, des constatations sérologiques qui, confrontées avec les nôtres, permettront de faire, dans un avenir prochain, une étude très complète de l'immunité que confère notre méthode de vaccination. Nous rapportons ici les résultats de quelques épreuves particulièrement intéressantes pour les indications qu'elles fournissent à propos de la durée de cette immunité.

---

[1] C. Mathis, J. Laigret, et C. Durieux, *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 742; cf. J. Laigret, *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, **23**, décembre 1934, p. 413.

I. Emmanuela G. a été vaccinée en 1931. C'est la première personne qui a reçu le virus amaril vivant, muté à la suite des passages intracérébraux chez la souris. A cette époque, nous utilisions le virus fraîchement récolté, sans lui faire subir ni atténuation ni dessiccation ni titrage. En collaboration avec Sellards ([1]), l'un de nous inocula à cette femme d'abord une suspension très diluée de la matière cérébrale virulente; puis, aucun malaise ne s'étant produit, deux nouvelles inoculations furent pratiquées avec des suspensions plus concentrées. Il n'y eut pas de réaction fébrile et c'est d'une manière parfaitement silencieuse que s'installa l'immunité, laquelle fut mise en évidence, un mois après la vaccination, par l'épreuve du sérum (double épreuve sur *Macacus rhesus* et sur souris). De nouveaux prélèvements de sang furent effectués en juin 1932, en décembre 1933 et en décembre 1934 : les épreuves de séro-protection se montrèrent constamment positives. Nous venons d'examiner le sang de cette femme le 3 décembre 1935, quatre ans après la fin de sa vaccination. Il s'est révélé de nouveau protecteur. Notons que la vaccinée n'a jamais été réinoculée depuis quatre ans et qu'elle n'a pas séjourné dans les régions où la fièvre jaune est endémique. Par conséquent, *l'immunité acquise par elle au cours de la vaccination existe encore après quatre années, sans qu'aucun nouvel apport de virus soit intervenu.*

II. Belgacem b. L. a été vacciné le 1er juin 1932. Il a reçu, comme la vaccinée précédente, une suspension de virus frais et non titré. Il y eut une réaction fébrile d'une durée de quatre jours. Nous en avons publié les détails ([2]). Étant donné cette réaction, on ne fit pas d'autre inoculation; si bien que le vacciné n'a reçu, au total, qu'une seule dose de vaccin. Son sérum est devenu protecteur et il l'est encore à la date du 2 décembre 1935, *trois ans et demi après l'unique inoculation vaccinale.*

III. L'observation suivante concerne l'un de nous, qui s'est vacciné lui-même en mars-avril 1933. La méthode avait été l'objet de perfectionnements importants. Les cerveaux virulents des souris étaient atténués à 20°, pendant quatre, deux et un jour, pour faire trois vaccins de virulences graduées. Les vaccins étaient ensuite desséchés et titrés. On inoculait, à vingt jours d'intervalle, une, puis seize, puis cent soixante unités-souris. C'est la méthode de vaccination que nous avons généralisée plus tard, en A.O.F. Il y eut une réaction fébrile assez forte, mais de courte durée,

---

([1]) A. W. SELLARDS et J. LAIGRET, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1609.

([2]) J. LAIGRET, *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, **21**, avril 1933, p. 415.

au sixième jour qui suivit la troisième inoculation. Le sérum s'est montré protecteur en octobre 1933, en avril 1934 et en octobre 1934. Il vient d'être éprouvé *deux ans et demi après la vaccination : pouvoir protecteur fort.*

IV. Chedli B. a été vacciné en mai 1934. L'urgence d'un départ pour l'A. O. F. obligea de pratiquer deux inoculations, de une puis de seize unités-souris, à dix jours d'intervalle seulement. La troisième inoculation devait être faite à l'arrivée à Dakar mais, le pouvoir protecteur du sang se trouvant déjà acquis, on ne la pratiqua pas. Il n'y avait eu aucune réaction fébrile. Ce vacciné, qui a reçu, comme on le voit, une *vaccination incomplète,* vient néanmoins de nous fournir *un sérum fortement protecteur, après un délai de un an et demi.*

V. Le dernier fait que nous voulons signaler concerne un des premiers sujets vaccinés avec notre nouveau vaccin enrobé dans le jaune d'œuf. Ce vaccin s'inocule en une seule fois. Il contient une quantité importante de virus vivant, atténué seulement pendant un jour. Grâce à l'enrobage et au retard que celui-ci entraîne dans la résorption du matériel inoculé, le vaccin est bien toléré, malgré sa teneur élevée en virus [1]. Mabrouk b. M. a été vacciné par cette méthode le 17 avril 1935. Son sérum vient d'être éprouvé le 2 décembre : il est *fortement protecteur, huit mois après la vaccination.*

Nos épreuves de séro-protection sont exécutées suivant la technique originelle de Max Theiler, modifiée par l'un de nous. La modification consiste à titrer préalablement le virus avec lequel les sérums à éprouver seront mis en contact [2]. On peut ainsi non seulement déceler le pouvoir protecteur, mais en évaluer le degré avec une précision suffisante. Les réactions, dont les résultats viennent d'être rapportés, ont été effectuées en présence de suspensions titrées contenant 640 et 6400 doses mortelles pour la souris par centimètre cube. A de telles suspensions, ont été ajoutées des quantités égales de sérum : sérum de vacciné pour les animaux d'épreuve, sérum normal pour les animaux témoins. Les souris témoins de la suspension la plus forte ont été paralysées au sixième jour de l'inoculation, celles de la suspension la plus faible au huitième jour. Toutes les souris d'épreuve, qui ont reçu les mêmes quantités de virus additionné de sérum de vacciné, ont résisté. Par conséquent, nous sommes en mesure de préciser que chacun des sérums éprouvés contenait *au moins* 6400 *unités protectrices par centimètre cube*, ce qui correspond à une immunité d'un degré très élevé.

---

(1) CH. NICOLLE et J. LAIGRET, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 312.
(2) J. LAIGRET, *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, 23, mars 1934, p. 43.

Les auteurs qui ont préconisé, contre la fièvre jaune, la sérovaccination ont signalé que le pouvoir protecteur du sang s'affaiblit assez souvent vers le 12e mois qui suit l'application de leur procédé [1]. Avec le nôtre, nous ne constatons rien de semblable : *les épreuves que nous venons de pratiquer avec les sangs de nos vaccinés les plus anciens montrent que leur immunité reste inchangée après quatre ans d'observation.*

A 16h, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17h.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 3 juin 1935.)

Note de MM. *Fred Vlès* et *Erwin Heintz*, Spectre infrarouge des substances protéiques :

Page 1928, figure, Oxyhémoglobine, *au lieu de* 2 pH_i, *lire* 1/2 pH_i.
Page 1929, ligne 3, *au lieu de* 2 pH_i, *lire* 1/2 pH_i.

(Séance du 30 décembre 1935.)

Note de M. *Émile Cotté*, Sur l'inflammation du grisou par les filaments de lampes électriques à incandescence :

Page 1484, dans le titre, *au lieu de* Note de M. Eugène Cotté, *lire* Note de M. Émile Cotté.

Note de M. *Fred Vlès*, Sur les relations entre les constantes électrochimiques, le spectre infrarouge et les propriétés réactionnelles :

Page 1476, ligne 29, *au lieu de* $4^{\mu},3$, *lire* $4^{\mu},2$.
Page 1477, ligne 10, *rétablir :* l'une $pK_1 = 6,9$, admise basique et ramenée en pH, soit 7,2 ; ligne 11, *au lieu de* $\lambda_1 = 3,08$, *lire* $\lambda_1 = 2,95$; ligne 15, *au lieu de* $3^{\mu},3$, *lire* $3^{\mu},2$; ligne 23, *au lieu de* la valeur en jeu, *lire* la valence en jeu.

(1) G.-M. Findlay, *Trans. Roy. Soc. of Trop. Med. and Hyg.*, 27, 1935, p. 438.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de décembre 1935.

Bulletin de l'Association technique maritime et aéronautique, n° 39; session de 1935. Paris, Firmin Didot et Cie, 1935; 1 vol. 27cm.

Magnétisme et électricité terrestre, par Ch. Maurain. Fasc. I : *Magnétisme terrestre*. Paris, Hermann et Cie, 1935; 1 vol.

Les prodigieuses créations de l'art horticole. Les Hybrides des orchidées tropicales, par J. Costantin. In *La Nature*, n° 2965, du 15 novembre 1935; 1 fasc. 29cm.

Les orchidées cultivées; description complète des espèces, par Julien Costantin. Paris, E. Orlhac; 3 fasc. et 1 Atlas : 33cm.

Recueil de travaux choisis de V. E. Titchenko (écrit en russe). Léningrad, 1934; vol. 22cm,5.

Recueil de travaux choisis de A. E. Favorsky (écrit en russe). Léningrad, 1934; 1 vol. 23cm.

Sophus Lie Gesammelte Abhandlungen. Vol. II. 1re Partie : *Geometrische Abhandlungen*, par Friedrich Engel et Poul Heegaard. Leipzig B. G. Teubner, et Oslo, H. Aschehoug et Co, 1935; 1 vol. 24cm.

Researches on Waring's Problem, par L. E. Dickson. Published by Carnegie Institution of Washington, 1935; 1 vol. 25cm.

Les minéraux et les roches. Études pratiques de cristallographie, pétrographie et minéralogie, par H. Buttgenbach. Paris, Dunod, 1935; 1 vol. 25cm,5.

(*A suivre.*)